



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : GENIE CIVILE ET D'ARCHITECTURE

DÉPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par : BOUMENAD Abdelbasset.

DOMAINE : ARCHITECTURE, URBANISME & METIERS DE LA VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

COLORATION : ARCHITECTURE, ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

– l'influence de la façade cinétique et de ses matériaux de construction sur le confort visuel et la rationalisation de la consommation d'énergie en milieu chaud et aride dans la conception du siège de Casnos a Laghouat

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr : BOUKHELKHAL ABOU BAKER	MCB	Président
Mr : TABAI BRAHIM	MCB	Examineur1
Mr : MOKEDDEM MAHMOUD	MAA	Rapporteur

Promotion : septembre - 2020



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : GENIE CIVILE ET D'ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : ARCHITECTURE, URBANISME & METIERS DE LA VILLE

Filière : ARCHITECTURE.

Coloration : ARCHITECTURE, ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE.

Thème : l'influence de la façade cinétique et de ses matériaux de construction sur le confort visuel et la rationalisation de la consommation d'énergie en milieu chaud et aride dans la conception du siège de Casnos a Laghouat.

Présenté par : BOUMENAD Abdelbasset.

Encadré par : MEKKADEM Mahmoud.

Résumé : Ces derniers temps, les tendances et les stratégies se sont multipliées pour créer une architecture qui respecte l'environnement dans le but d'atteindre l'équilibre environnemental et de fournir les meilleures solutions architecturales,

- Dans notre humble travail nous avons essayé de concevoir un siège de CASNOS durable selon la tendance de la conception paramétrique à la ville de Laghouat, qui se caractérise par un climat chaud et aride, selon une approche conceptuelle environnementale, dans le but d'assurer le bien-être des utilisateurs et la rationalisation de la consommation d'énergie.

- Afin de vérifier nos choix, on a procédé par le biais d'une étude expérimentale algorithmique et paramétrique à travers des outils de simulation (Diva for Grasshopper + Archsim + Ladybug + Galapagos).

Mots clés : architecture durable, design paramétrique, siège de CASNOS, la ville de LAGHOUAT, façade cinétique, simulation algorithmique, optimisation paramétrique.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية/معهد : الهندسة المدنية والهندسة المعمارية
قسم : الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: العمارة وتخطيط المدن وتداولات المدينة.

الشعبة : هندسة معمارية.

محور الدراسة: هندسة معمارية، بيئة وتكنولوجيا.

عنوان المذكرة : - تأثير الواجهة الحركية ومواد بنائها على الراحة البصرية وترشيد استهلاك الطاقة في البيئة الحارة والقاحلة في تصميم مقر الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي لغير الاجراء في الأغواط

تقديم الطالب : بومناد عبد الباسط.

الأستاذ المؤطر: مقدم محمود.

ملخص المذكرة : في الأونة الأخيرة ، تضاعفت الاتجاهات والاستراتيجيات لخلق هندسة معمارية تحترم البيئة بهدف

تحقيق التوازن البيئي وتقديم أفضل الحلول المعمارية.

- في عملنا المتواضع ، حاولنا تصميم مبنى مستدام خاص بالصندوق الوطني للضمان الاجتماعي لغير الاجراء وفقاً لاتجاه

التصميم المعياري في مدينة الأغواط التي تتميز بمناخ حار وجاف ، وفقاً لنهج مفاهيمي بيئي ، بهدف ضمان رفاهية

المستخدمين وترشيد استهلاك الطاقة.

- من أجل التحقق من اختياراتنا ، قمنا بعمل دراسة تجريبية حسابية ومعيارية باستخدام أدوات المحاكاة :

(Diva for Grasshopper + Archsim + Ladybug + Galapagos)

الكلمات المفتاحية: العمارة المستدامة ، التصميم البارامترى ، مقر الصندوق الوطني للضمان الاجتماعي لغير الاجراء مدينة الاغواط ، الواجهة الحركية ، المحاكاة الحسابية ، التحسين البارامترى.



Democratic and Popular Republic of Algeria
Ministry of higher education and scientific research



Amar Thelidji University – Laghouat

FACULTY or INSTITUTE: CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

DEPARTMENT: D'ARCHITECTURE

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Domain: architecture, town planning and city trades.

Sector: architecture.

Coloration: Architecture, environment, and technology.

Theme: the influence of the kinetic facade and its construction materials on visual comfort and the rationalization of energy consumption in hot and arid environments in the design of the Casnos headquarters in Laghouat.

Presented by: BOUMENAD Abdelbasset.

Supervised by: MEKKADEM Mahmoud.

Abstract: In recent times, trends and strategies have multiplied to create an architecture that respects the environment with the aim of achieving environmental balance and providing the best architectural solutions,

- In our humble work we have tried to design a sustainable CASNOS headquarters according to the trend of parametric design in the city of Laghouat, which is characterized by a hot and arid climate, according to an environmental conceptual approach, with the aim of ensuring the well-being of users and the rationalization of energy consumption.

-In order to verify our choices, we proceeded by means of an algorithmic and parametric experimental study using simulation tools (Diva for Grasshopper + Archsim + Ladybug + Galapagos).

Keywords: sustainable architecture, parametric design, CASNOS headquarters, the city of LAGHOUAT, kinetic facade, algorithmic simulation, parametric optimization.

REMERCIEMENT

Nous sommes condamnés à espérer parce que nous sommes gouvernés par la vie ...

C'est pourquoi nous sommes condamnés à lutter pour l'honneur d'atteindre cet espoir ...

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage afin d'arriver ce modeste travail.

Merci à tous ceux qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de ce travail ...

Ensuite, je remercie mes parents qui m'ont beaucoup Soutenu le long de mon cursus ...

Merci tous les remerciements au mon encadreur **MR. MOKEDDEM MAHMOUD**. J'ai eu l'honneur d'être l'un de ses étudiants, qui était le père mentor et mentor...

Tout cela grâce à ma deuxième maison, la Faculté de génie civile et d'architecture, qui m'a embrassé et n'a pas lésiné sur le soutien, en particulier les professeurs distingués et mes chers collègues du Département d'ingénierie et d'environnement.

J'espère que ce travail apportera des avantages et des bénéfices à notre pays bien-aimé afin de le faire progresser dans l'architecture.

DÉDICACE

À tous ceux dont je fais partie, et ils sont tous de moi ...

À ma chère famille bienveillante ...

À mes fidèles amis ...

À mon pays bien-aimé ...

Je remets entre vos mains mon humble œuvre qui n'aurait pas vu le jour sans vous ...

ABDELBASSET

❖ Table des matières

I. INTRODUCTION GENERALE	1
INTRODUCTION GENERALE :	2
I.1. PROBLEMATIQUE :	2
I.2. HYPOTHESE :	2
I.3. MOTIVATION DE CHOIX DE THEME :	3
I.4. METHODOLOGIE DE TRAVAIL :	3
I.4.1. volet théorique :	3
I.4.2. volet pratique :	3
I.5. STRUCTURE DU MEMOIRE	4
II. CHAPITRE 01 : ETUDE THEMATIQUE.....	5
INTRODUCTION :	6
II.1. L'ADMINISTRATION ET LES ÉQUIPEMENTS ADMINISTRATIFS :	6
II.1.1. Définition d'administration :	6
II.1.2. Type d'administration :	6
II.1.3. Les bâtiments administratifs et les bureaux, concepts généraux :	6
II.1.4. Uu siege de Casnos :	10
II.2. L'ARCHITECTURE DURABLE	11
II.2.1. Définition des concepts lies à l'architecture durable :	11
II.3. SYNTHESE DU CHAPITRE :	16
III. CHAPITRE 02 : ETUDE ANALYTIQUE :	17
INTRODUCTION :	18
III.1. ANALYSE DES EXEMPLES :	18
III.1.1. Exemple 01 : Bureau municipal de La Haye	18
III.1.2. Exemple 02 : Mairie de Noain	24
III.2. SYNTHESE DU CHAPITRE :	29
IV. CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXTUEL	30
INTRODUCTION :	31
IV.1. SITUATION DE LA WILAYA DE LAGHOUAT :	31
IV.1.1. Situation administrative :	31
IV.2. SITUATION DE LA VILLE DE LAGHOUAT :	31
IV.2.1. Situation communale :	31

IV.2.2. Situation astronomique :	32
IV.3. ACCESSIBILITES DE LA VILLE :	32
IV.3.1. Accessibilités routières :	32
IV.3.2. Accessibilité par voie ferroviaire :	32
IV.3.3. Accessibilité aérienne :	32
IV.4. LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE LAGHOUAT : .	32
IV.4.1. la zone climatique :	32
IV.4.2. La température :	33
IV.4.3. La pluviométrie :	33
IV.4.4. Humidité relative :	34
IV.4.5. Le diagramme psychrométrique de Givoni :	34
IV.4.6. Climat lumineux de Laghouat :	35
IV.4.7. Les vents :	36
IV.5. SITE D'INTERVENTION :	37
IV.5.1. Choix de site :	37
IV.5.2. Motivation du choix de site :	37
IV.5.3. Cadre physique :	38
IV.5.4. La Situation :	38
IV.5.5. L'environnement immédiat :	38
IV.5.6. Accessibilité et flux :	39
IV.5.7. Topographie de terrain :	39
IV.5.8. Aspect climatique du terrain :	40
IV.6. SYNTHÈSE DU CHAPITRE :	41
V. CHAPITRE04 : ETUDE PROGRAMMATIQUE.....	42
INTRODUCTION :	43
V.1. LES TYPES DES PROGRAMMES :	43
V.1.1. Programme qualitatif :	43
V.1.2. Programme quantitatif :	44
V.2. SYNTHÈSE DU CHAPITRE :	46
VI. CHAPITRE 05 : ETUDE CONCEPTUELLE.....	47
INTRODUCTION :	48
VI.1. DEMARCHE CONCEPTUELLE :	48
VI.1.1. Présentation :	48

VI.1.2. Principes et concepts :	48
VI.2. LA GENESE DE PROJET :	50
VI.2.1. Idées d'inspiration : La solidarité	50
VI.2.2. Matérialisation des idées :	50
VI.2.3. Conception des espaces extérieurs (non-bâti) :	53
VI.2.4. Plan de masse :	54
VI.2.5. Les façades :	54
VI.2.6. Les plans :	61
VI.2.7. Circulation :	65
VI.2.8. Les coupes :	66
VI.2.9. Vue 3D extérieur :	70
VI.3. SYNTHESE DU CHAPITRE 05 :	74
VII. CHAPITRE 06 : ETUDE TECHNIQUE	75
INTRODUCTION :	76
VII.1. SYSTEME CONSTRUCTIF :	76
VII.1.1. structure	76
VII.2. CONFORT THERMIQUE :	78
VII.2.1. Techniques passives :	78
VII.2.2. Techniques actives :	79
VII.3. CONFORT VISUEL :	80
VII.3.1. Éclairage naturelle :	80
VII.3.2. Eclairage électrique :	80
VII.4. GESTION DE L'ENERGIE :	81
VII.4.1. Façade de type double-peau :	81
VII.4.2. Façades dynamiques :	81
VII.4.3. la conversion de l'énergie cinétique en électrique :	81
VII.4.4. Systèmes solaires :	82
VII.5. GESTION DES EAUX :	82
VII.5.1. Recyclage des eaux usées :	82
VII.6. SYNTHESE DU CHAPITRE 06 :	82
VIII. CHAPITRE 07 : ETUDE DURABILITE & SIMULATION	83
INTRODUCTION :	84
VIII.1. PROBLEMATIQUE :	84

VIII.2. OBJECTIF :	84
VIII.3. HYPOTHESES :	84
VIII.4. METHODOLOGIE DE RECHERCHE :	85
VIII.4.1. Aspect théorique :	85
VIII.4.2. Aspect expérimental : Évaluation numérique du confort visuel et consommation d'énergie.	86
IX. CONCLUSION GENERALE.....	95
X. BIBLIOGRAPHIE.....	96
XI. ANNEXES	100
XI.1. Annex 01 :	101
XI.2. Annexe 02 :	106
XI.3. Annexe 03 :	111
XI.4. Annexe 04 :	115
XI.5. Annexe 05 :	122

❖ Liste des illustrations :

Figure 1 : : structure du mémoire.....	4
Figure 2: les types d'administration.....	6
Figure 3: Activités de bureau	7
Figure 4: Les phases les plus importantes de la conception de l'Office du siècle dernier à nos jours.....	7
Figure 5: Deux plans pour des bureaux cellulaires. À droit dans les EU (grande profondeur) à gauche dans l'Europe (petite profondeur).....	8
Figure 6: La tour de syser (Chicago): l'étage 48 (51.422feet).	8
Figure 7: Plan d'un étage dans le siège de GEG Versand Kamen	8
Figure 8: Plan d'un étage dans le siège de Zandlr and inrestrom	9
Figure 9: La structure de la Casnos.....	10
Figure 10: les espaces de bâtiment administratif.	10
Figure 11: Échelle chronologique de création de quelques labels	11
Figure 12: <i>L'implantation tient compte, des vents locaux, de l'ensoleillement</i>	12
Figure 13:l'orientation de quelques pièces par rapport aux vents.....	13
Figure 14: l'impact du choix des matériaux	13
Figure 15: bureau municipal de la haye	18
Figure 16:La carte de la hollande	18
Figure 17:Vue arienne sur la situation du bureau municipal de La Haye	18
Figure 18: Plan de masse du bureau municipal de La Haye	19
Figure 19:Les accès principaux du projet	19
Figure 20:Occupation de la parcelle.....	19
Figure 21: une coupe représente les gabarits du projet	19
Figure 22:La volumétrie de projet.....	19
Figure 23: le plan de RDC.....	20
Figure 24: le plan de RDC.....	20
Figure 25: le plan de 13eme étage.....	20
Figure 26: Vue intérieur du bureau municipal de La Haye	21
Figure 27: le plan de masse	21
Figure 28: Des vues sur les façades.....	21
Figure 29: vues sur les éléments de la structure	22
Figure 30: Le système des plancher utilise	22
Figure 31: Le toiture inclinée.	22
Figure 32: vu sur un couloir	23
Figure 33: Synthèse exemple 01.	23
Figure 34: mairie de Noain.....	24
Figure 36:La carte de l'Espagne	24
Figure 36: Plan de situation du bureau municipal de La Noain	24
Figure 37: Plan de masse du bureau municipal de Noain	25
Figure 38: Occupation de la parcelle.....	25

Figure 39: La volumétrie du projet.	25
Figure 40: le plan de RDC.....	26
Figure 41: le plan du 1er étage	26
Figure 42: le plan du 2eme étage	26
Figure 43: Vue intérieur du bureau municipal de Noain.....	26
Figure 44: Vue perspective du projet	27
Figure 45: Des vues sur les façades	27
Figure 46: vues sur les éléments de la structure.....	27
Figure 47: le système de chauffage	28
Figure 48: les composants de l'enveloppe du bâtiment.....	28
Figure 49: Le système de façade végétalisé	28
Figure 50: Les façades avec succession de saisons.....	28
Figure 51: Synthèse exemple 02.	29
Figure 52: Synthèse du chapitre 02.	29
Figure 53: Carte de situation administrative de la ville de Laghouat.....	31
Figure 54: Carte des limites de la ville de Laghouat.....	31
Figure 55: Carte des accessibilités de la ville de Laghouat.....	32
Figure 56: Découpage des zones climatique	32
Figure 57: Diagramme de température-Laghouat 2007-2017.....	33
Figure 58: la pluviométrie de Laghouat -2007-2017	33
Figure 59: : Diagramme d'humidité -Laghouat 2007-2017	34
Figure 60: Le diagramme psychrométrique de Laghouat	34
Figure 61: Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie.....	35
Figure 62: Fréquence des ciex ensoleillés, intermédiaires et nuageux.	35
Figure 63: Les Diagramme solaires de la région de Laghouat.....	36
Figure 64: Le diagramme du rose du vent.....	37
Figure 65:Profil du vent	37
Figure 66: le diagramme de la vitesse du vent selon la direction	37
Figure 67: Situation par rapport à la ville de Laghouat.....	38
Figure 68: Vue aérienne du site d'intervention	38
Figure 69: l'environnement immédiat	39
Figure 70: Vue aérienne du site d'intervention	39
Figure 71: La topographie de terrain.....	39
Figure 72: Les dimensions du site d'intervention	40
Figure 73: L'ensoleillement du site d'intervention.	40
Figure 74: Les type et les directions des vents par rapport le site d'intervention	40
Figure 75: synthese.....	41
Figure 76:synthese d'étude contextuelle	41
Figure 77: digramme des types de programme.	43
Figure 78: diagramme des fonctions du projet.....	44
Figure 79: Les concepts lies à la durabilité	49
Figure 80: l'effet du moteur	50
Figure 81: Présentation du site	50
Figure 82: les axes structurants de site.....	51

Figure 83: Le Choix des accès hiérarchisation et parcours	51
Figure 84: Le Zoning.....	51
Figure 85: L'idée de base.....	52
Figure 86: Formalisation d'idée.....	52
Figure 87: l'inclinaison des parois	52
Figure 88: la forme du projet.....	53
Figure 89: les proportions utiliser	53
Figure 90: Esquisse du plan de masse	53
Figure 91: Le plan de masse.....	54
Figure 92: Façade nord et Façade sud.....	55
Figure 93: Façade est.....	56
Figure 94: Façade ouest.....	57
Figure 95: Façade sud du projet	58
Figure 96: Façade ouest du projet	58
Figure 97: Façade est du projet	59
Figure 98: Façade nord du projet	59
Figure 99: 1- vue sur l'atrium en cas de fermeture, 2- vue sur l'atrium en cas d'ouverture	60
Figure 100: la définition de la forme en rhino-Grasshopper	60
Figure 101: la définition de la forme en rhino-Grasshopper	60
Figure 102: 1- vue sur l'atrium en cas d'ouverture, 2- vue sur l'atrium en cas de fermeture.....	60
Figure 103: le plan du Niveau -01.....	61
Figure 104: le plan du Niveau 01.....	62
Figure 105: Le plan du Niveau 02.....	63
Figure 106: le plan du Niveau 03.....	64
Figure 107: les types de circulation.....	65
Figure 108: les coupes de bâtiment 01.....	66
Figure 109: les coupes de bâtiment 02.....	67
Figure 110: les coupes de bâtiment 03.....	68
Figure 111: les coupes de bâtiment 04.....	69
Figure 112: les coupes de bâtiment 05 (coupe 3D).....	70
Figure 113: Vue de haut sur le projet.....	71
Figure 114: Vue de sud sur le projet.....	72
Figure 115: Vue de nuit sur le sud du projet.....	72
Figure 116: Vue d'ouest sur le projet.....	73
Figure 117: Vue d'est sur le projet.....	74
Figure 118: les types des structures utilises	76
Figure 119: structure hybride d'opéra Harbin	76
Figure 120: structure hybride de heyder aliyev center	76
Figure 121: Eléments de construction de la structure hybride	77
Figure 122: Vu sur la structure du côté est du socle	78
Figure 123: les modes de fonctionnement de la façade double peau	78
Figure 124: le mécanisme du Ventilation par atrium	79
Figure 125: principe du system de l'HVAC.....	79
Figure 126: éclairage naturel par Atrium.....	80

Figure 127: Type des appareils d'éclairage électrique.	81
Figure 128 : revêtement de sol qui produire électricité.....	81
Figure 129: Espace alloué à revêtement de sol qui produit l'énergie	81
Figure 130: Radiations map des Lieux de distribution des panneaux photovoltaïques et le vitrage photovoltaïque.....	82
Figure 131: le vitrage photovoltaïque	82
Figure 132: Panneau photovoltaïque flexible transparente	82
Figure 133: Principe de fonctionnement de la phytoremédiation	82
Figure 134: méthodologie de recherche.	85
Figure 135: Calcule le FLJ	85
Figure 136: analyse de rayonnement du projet	86
Figure 137: vue extérieure sur l'espace de bureau.....	86
Figure 138: la situation du cas d'étude.	86
Figure 139: le facture de lumière du jour.	87
Figure 140: HDR image.	87
Figure 141: la luminance.....	87
Figure 142: flux de travail de logiciel intégré algorithmiques	88
Figure 143: Dispositif d'ombrage fermé et ouvert et ses composants.....	88
Figure 144: Script de simulation de la lumière du jour annuelle dans DIVA	89
Figure 145 : Configuration de la peau de la façade et le plan de travail	89
Figure 146: Paramètres du modèle et critères de performance des procédures de simulation.	90
Figure 147: Résumé de l'ensemble de données des critères de performance.	91
Figure 148: facteur de la lumière du jour.	92
Figure 149: image HDR.	92
Figure 150: la luminance.....	92
Figure 151: le niveau d'éclairement.....	92
Figure 152: image HDR	93
Figure 153: la luminance.....	93
Figure 154: le niveau d'éclairement.....	93
Figure 155: image HDR.	93
Figure 156: la luminance.....	93
Figure 157: le niveau d'éclairement.....	94

❖ Liste des tableaux :

Tableau 1: Comparaissent entre les différents types des bâtiments du bureaux.	9
Tableau 2:Principes de conception des bâtiments dans les zones sahariennes	16
Tableau 3:la situation astronomique de la wilaya du Laghouat	32
Tableau 4: Extrait des caractéristiques de la zone D.....	33
Tableau 5: Les caractéristiques des vents.....	36
Tableau 7: confort thermique.	43
Tableau 6: confort thermique.	43
Tableau 8: le Débit d'air pour déférentes espace..	44
Tableau 9: Le confort visuel.....	44
Tableau 10: : le niveau de pression acoustique.	44
Tableau 11: Le programme quantitatif.....	46
Tableau 12: Les résultats de simulation.	86
Tableau 13: matériaux de simulation de Radiance dans le Diva.....	89

I. INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

La pollution de l'environnement est l'un des problèmes les plus graves auxquels subisse l'humanité et d'autres formes de vie sur notre planète aujourd'hui. Il est défini comme *"la pollution des composants physiques et biologiques du système Terre / atmosphère dans la mesure où les processus environnementaux naturels sont affectés"* (Iyyanki V. Muralikrishna & Valli Manickam, 2017) ce qui entraîne des modifications de l'air, de l'eau, des sols et du climat.

L'être humain est considéré comme la première cause dans ce domaine en raison de ses activités industrielles, agricoles et de la construction. La plupart des bâtiments existants consomment beaucoup d'énergie fossile, contribuant à la hausse du prix des carburants et exacerbant le réchauffement climatique. Des études sur la consommation d'énergie ont montré que les bâtiments représentent 40% de l'énergie utilisée pour la consommation finale et 30% des émissions de CO₂ (Viktoriya , 2008).

En guise de solution à ce problème, le terme développement durable est apparu, qui vise à atteindre les objectifs de développement humain tout en préservant la capacité des systèmes naturels à fournir les ressources naturelles dont dépendent l'économie et la société.

Le secteur tertiaire en Algérie est l'un des plus grands consommateurs d'énergie, en raison de l'utilisation aveugle et déraisonnable de l'énergie, quels que soient les aspects environnementaux et les cahiers de charge. Les mêmes concepts utilisés dans le nord sont pour autant utilisés dans le sud et qui affectent le confort thermique des utilisateurs de l'espace et les incitent à utiliser des appareils consommateurs d'énergie.

I.1. PROBLEMATIQUE :

Laghouat, faisant partie de l'Algérie, note que l'état de ses bâtiments administratifs n'est pas différent de celui de ses homologues algériens. Le nombre élevé d'inscrits dans la CASNOS à Laghouat signifie le grand nombre d'employeurs et la croissance économique à cette wilaya, mais le bâtiment actuel ne reflète pas l'importance qu'il représente et ne remplit pas les conditions d'un développement durable.

Alors la problématique est ainsi formulée :

Quelle démarche conceptuelle et de durabilité doit on opter pour produire une architecture adaptée au contexte locale de la ville de Laghouat ?

L'enveloppe du bâtiment ainsi que les ouvertures peuvent contribuer substantiellement à réduire la consommation d'énergie et assurer en même temps le confort thermique et visuel pour les usagers.

I.2. HYPOTHESE :

Afin de cerner notre problématique nous avons formulé l'hypothèse suivante :

Quelle est l'impact de la façade cinétique et de ses matériaux de construction sur le confort visuel et la rationalisation de la consommation d'énergie dans notre futur équipement ?

I.3. MOTIVATION DE CHOIX DE THEME :

Le thème choisi est l'administration plus précisément la conception d'un équipement administratif. Pour accomplir cette tâche, nous avons opté pour un siège de Casnos.

Selon la gamme de services et la nature de l'équipement, le siège du Casnos est le lieu de la sécurité sociale pour les travailleurs non-salariés.

Son objectif est de gérer les paiements en nature et en espèces pour l'assurance sociale des non-employés, organiser, coordonner et exercer une surveillance médicale et mener des activités sous la forme d'accomplissement sanitaires et sociales.

Nous notons que les bâtiments actuels ne fournissent pas les conditions de confort pour les travailleurs, ce qui nuit à leur performance, ce qui a empêché de nombreux citoyens de rejoindre ce fonds.

Cette situation nous a incité à concevoir un siège de Casnos à caractère durable.

I.4. METHODOLOGIE DE TRAVAIL :

Pour atteindre ces objectifs, l'étude a cherché à confirmer ou infirmer ces hypothèses en structurant les recherches qui s'articuleront autour de deux volets :

I.4.1. volet théorique :

Il s'agit d'une recherche documentaire bibliographique divisée en deux chapitres afin d'identifier et de comprendre tous les éléments théoriques de base liés au sujet de la recherche qui contribuent à orienter cette étude vers les objectifs visés.

Le premier chapitre introductif identifie les différents concepts rappelant le rapport architecture et climat, ainsi que les problèmes des bâtiments administratifs en Algérie. Le deuxième chapitre vise à fournir le plus d'informations possibles sur les divers facteurs qui ont une incidence sur le projet. Ce chapitre s'articule autour de deux branches : la première branche traite le thème de l'administration et la deuxième branche traite de l'architecture durable.

I.4.2. volet pratique :

Nous allons le distribuer en deux chapitres, le premier est un chapitre analytique et nous le distribuerons en trois branches. Dans la première, nous analyserons des exemples. Ensuite, dans la deuxième branche, nous ferons une programmation quantitative et qualitative qui constitue le noyau du premier chapitre. Vers la fin de la troisième branche, nous effectuerons une analyse contextuelle de la ville et l'analyse du site qui soutiendra le projet.

Pour le deuxième chapitre, qui sera divisé en 2 sections, la première section se consacrera à la partie architecturale et la seconde à une partie de l'expérience qui examinera les systèmes appliqués au projet et le résultat obtenu en utilisant les logicielles : Rhinoceros, Grasshopper, diva et Archsim.

I.5. STRUCTURE DU MEMOIRE :

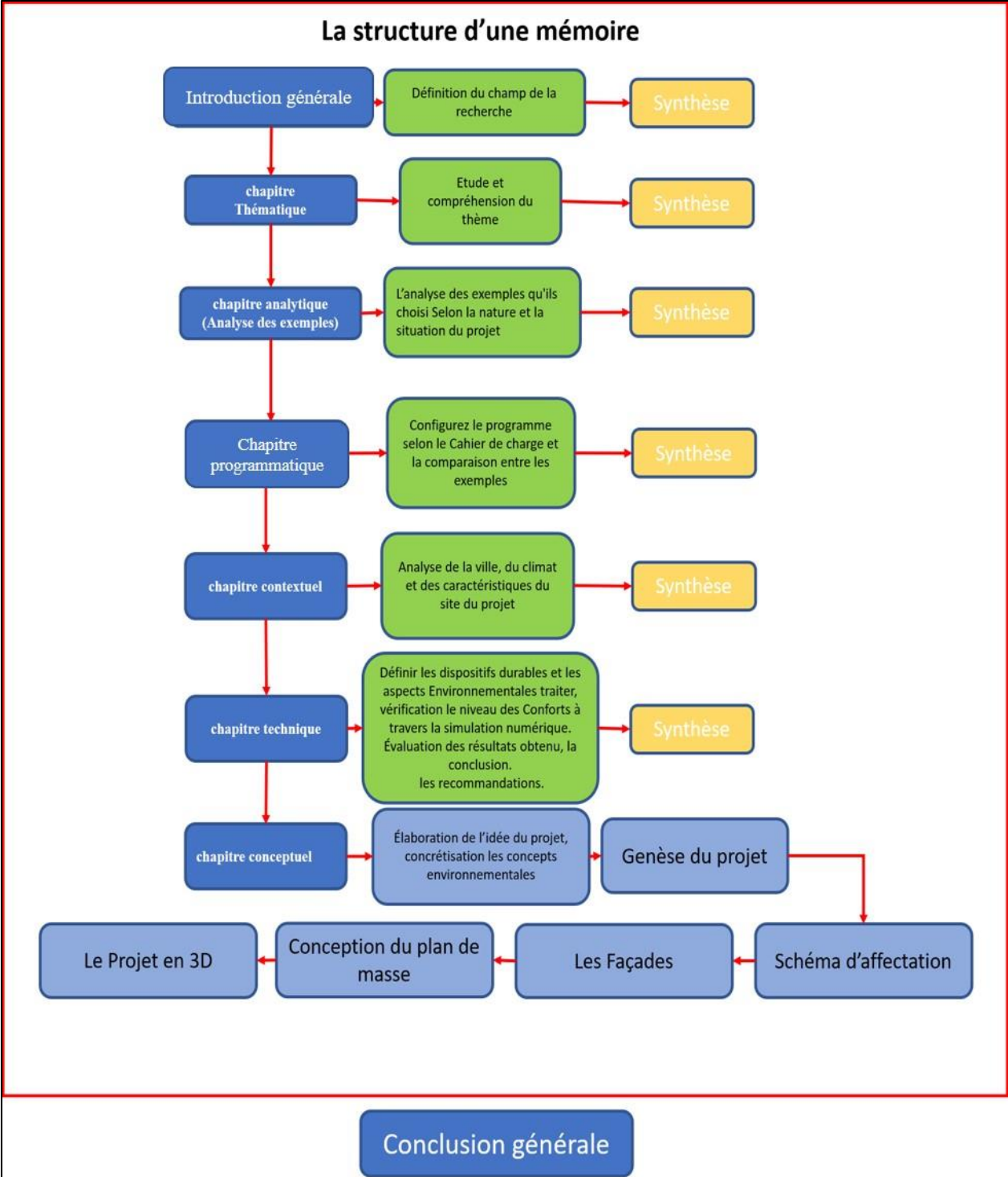


Figure 1: : structure du mémoire.

II. CHAPITRE 01 : ETUDE THEMATIQUE.

INTRODUCTION :

L'étude thématique est une étude approfondie du sujet complétée par des exemples qui y sont directement liés, afin que nous puissions comprendre les principes de base de la conception des bâtiments administratifs. Ces exemples peuvent également être une source d'inspiration et de compréhension pour différentes logiques de conception, de composition, et d'organisation relative à notre sujet.

II.1. L'ADMINISTRATION ET LES ÉQUIPEMENTS ADMINISTRATIFS :

Dans ce partie, un bref aperçu des immeubles de bureaux en général, des espaces de bureaux en particulier, ainsi que des types d'activités de bureau susceptibles de se dérouler dans ces espaces est fourni. Il étudie également l'évolution des conceptions de bureaux au cours de l'histoire et en tire les caractéristiques les plus importantes.

II.1.1. Définition d'administration :

Le terme provient du latin *administrare* signifiant : « aider, fournir ou diriger ». Le vocabulaire ecclésiastique a conservé ce sens : « administrer les sacrements ». Le sens moderne est attesté depuis 1783 (Duzat, 1971).

L'administration, dans sa définition fonctionnelle, est l'action d'administrer, d'organiser, de gérer, des biens ou des affaires, que ce soit dans le domaine public ou privé. (Administration, 2020)

II.1.2. Type d'administration :

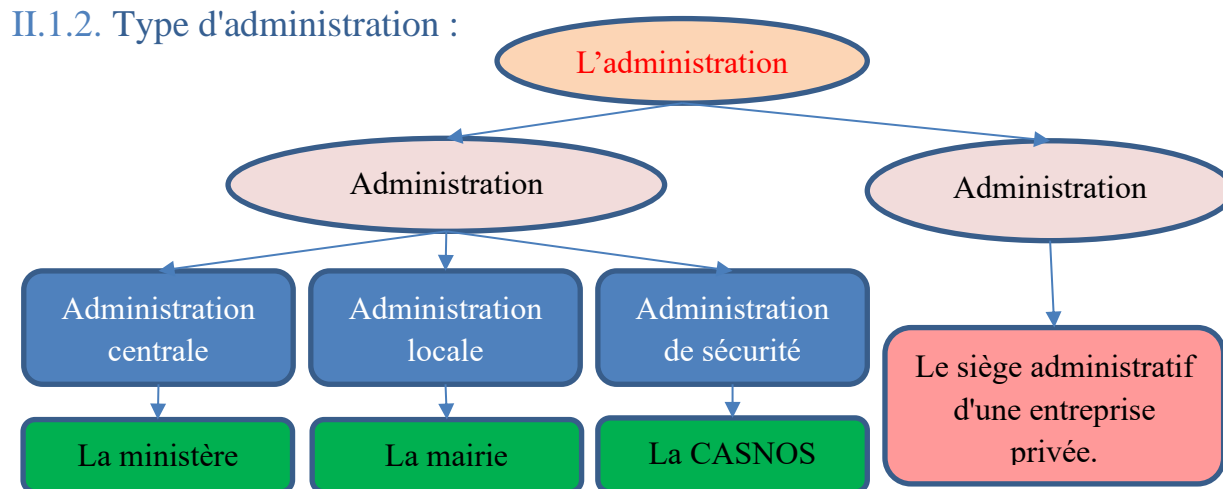


Figure 2: les types d'administration. Source : (Les services administratifs de l'État, 2019)

II.1.3. Les bâtiments administratifs et les bureaux, concepts généraux :

1.3.1. Bureau institutionnel :

Un bureau est une pièce ou un espace où les gens travaillent, et lorsque le mot bureau est utilisé comme adjectif, le terme fait référence à des tâches liées au commerce ou à la correspondance juridique.

1.3.2. Immeubles administratifs et de bureaux :

Le bâtiment administratif est l'enveloppe dans laquelle sont effectuées les tâches de service externe. Il est considéré comme le principal moteur du processus de créativité et d'interaction entre les employés dans un système institutionnel intégré. (م. لمى عدنان يوسف، 2013)

1.3.3. Activités de bureau :



Figure 3: Activités de bureau. Source : (م. لمى عدنان يوسف، 2013)

1.3.4. Évolution historique d'équipement administratif :

1.3.4.A. L'évolution d'équipement administratif :

La conception des locaux à bureaux a radicalement changé au cours du siècle dernier en raison du développement technologique, qui a conduit à de nouvelles formes de conception de bureaux.

L'évolution du bureau comme un moyen de production est passé par plusieurs étapes peuvent être divisés en ce qui suit :

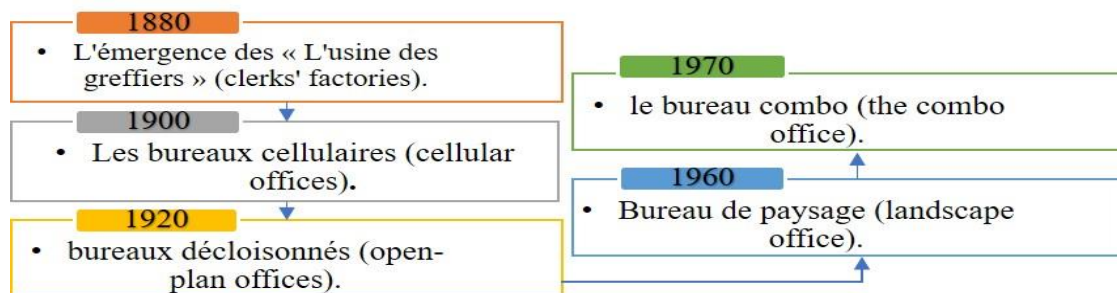


Figure 4: Les phases les plus importantes de la conception de l'Office du siècle dernier à nos jours.

Source : (Bakke & J. W, 2007)

1.3.4.A.1 L'usine des greffiers :

C'est un petit bâtiment immergé après la séparation entre les activités administrative et les activités de la production.

1.3.4.B. Le bureau cellulaire :

Il se caractérisait par une chambre personnelle pour chaque employé, avec un long couloir reliant ces chambres.

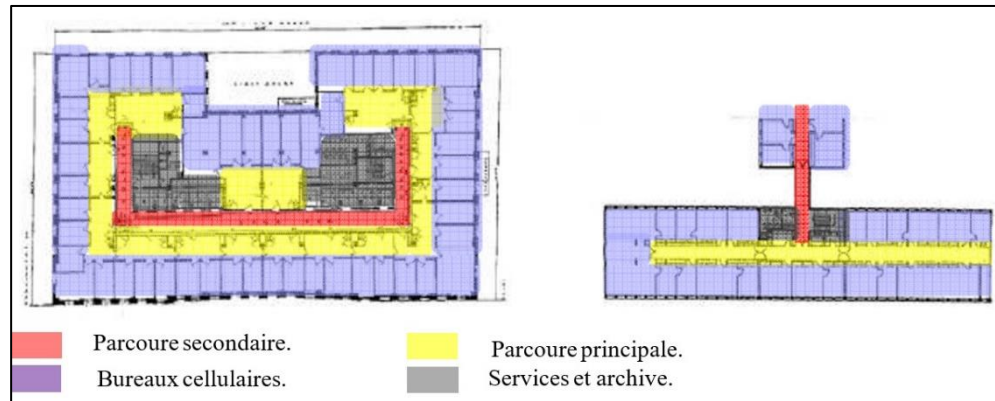


Figure 5: Deux plans pour des bureaux cellulaires. À droite dans les EU (grande profondeur) à gauche dans l'Europe (petite profondeur). Source : (Steen, 2004)

1.3.4.C. Le bureau à aire ouverte (décloisonnés) :

Ce type est conçu à partir d'un espace ouvert se compose de tables de travail disposées verticalement et correspondant au lieu de travail du superviseur avec un noyau central d'ascenseurs et de tiroirs de service (la figure 6). :

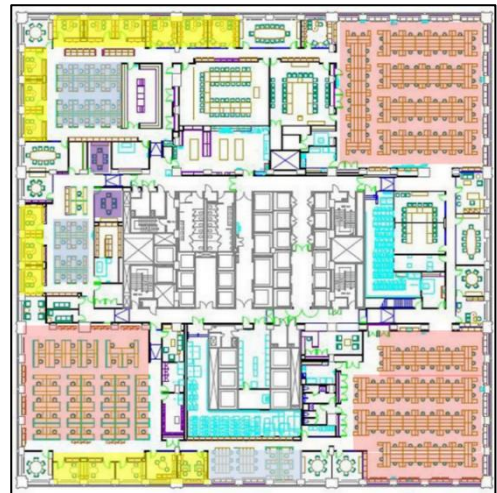
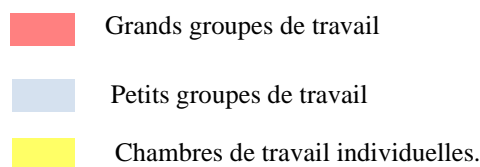


Figure 6: La tour de syser (Chicago): l'étage 48 (51.422feet).Source : (Le bureau à aire ouverte, 2019)

1.3.4.D. Le bureau de jardin :

Ce type de bureau a été conçu sur la base d'études analytiques des habitudes de travail et des besoins de confort physique des employés.

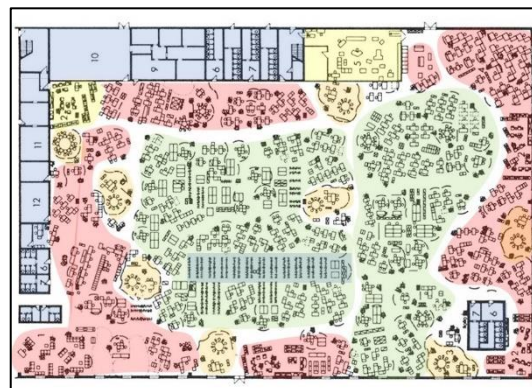
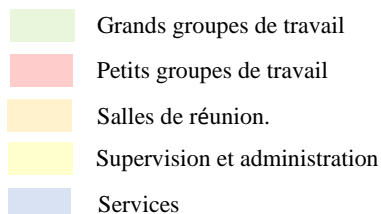


Figure 7: Plan d'un étage dans le siège de GEG Versand Kamen. Source : (archspeech, 2020)

1.3.4.E. Le bureau combo :

Le bureau cocoon est constitué de petites salles de bureau cellulaires privées avec diviseurs de verre situées le long du périmètre du bâtiment, organisées en groupes autour d'une zone centrale contenant des services communs tels que des imprimantes et des archives. Comme dans la figure (8).

- Bureaux de cellules pour le travail intensif.
- Espace pour interagir et de repos
- Service



Figure 8: Plan d'un étage dans le siège de Zandlr and inrestrom. Source : (Steen, 2004)

- *Comparaissent entre les différents types des bâtiments du bureaux :*

	Les avantages	Les inconvénients
Le bureau cellulaire	Intimité, atmosphère de travail réglable individuellement.	L'utilisation inefficace de l'espace et des équipements. Manque de contacts mutuels avec des collègues. Manque de flexibilité
Le bureau de jardin	- L'échange d'informations et la communication entre les employés de manière horizontale plutôt que hiérarchique.	La liberté de créer des divisions entraîne un faible sens des responsabilités chez les employés et l'anarchie. Ignorer les principaux besoins physiques de l'employé.
Le bureau combo	Combinez les avantages des bureaux cellulaires et open-space - Liberté de choisir entre espace privé et espace public pour les employés. La hiérarchisation.	- L'utilisation relativement importante de l'espace, où chaque employé possède sa propre cellule ou, en retour, le manque d'espaces spéciaux (il est possible de ne pas obtenir l'espace de travail pour un l'employé).
Le bureau à aire ouverte (décloisonnés)	Efficacité et efficacité de l'espace utilisé (utilisateur). Haute flexibilité.	- Coût élevé - Manque d'espace contrôlé. - Difficulté à connaître les emplacements des équipements mécaniques

Tableau 1: *Comparaissent entre les différents types des bâtiments du bureaux.*

II.1.4. Uu siege de Casnos :

1.4.1. Definition :

-Selon la gamme de services et la nature de l'équipement, le siège du Casnos est le lieu de la sécurité sociale pour les travailleurs non-salariés. (A propose de la CASNOS, 2020)

1.4.2. La structure de la Casnos:

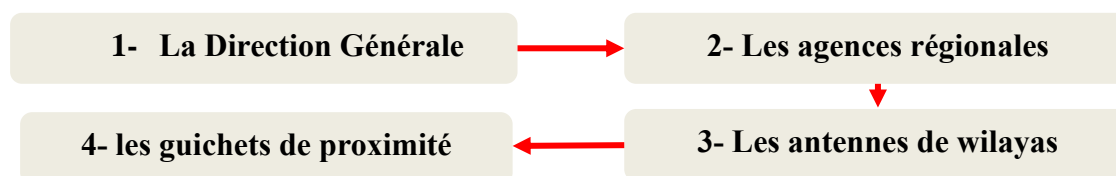


Figure 9: La structure de la Casnos. Source : (A propose de la CASNOS, 2020)

1.4.3. les principales missions de la Casnos :

- Gérer les prestations en nature et en espèces des assurances sociales des non salariés.
- Gérer les pensions et allocations de retraites des non salariés.
- Gérer jusqu'à extinction des droits des bénéficiaires les pensions et allocations servies.
- Organiser, de coordonner et d'exercer le contrôle médical.
- Procéder à l'immatriculation des assurés sociaux bénéficiaires.
- Assurer en ce qui la concerne, l'information des bénéficiaires. (A propose de la CASNOS, 2020)

1.4.4. Les espaces de bâtiment administratif :

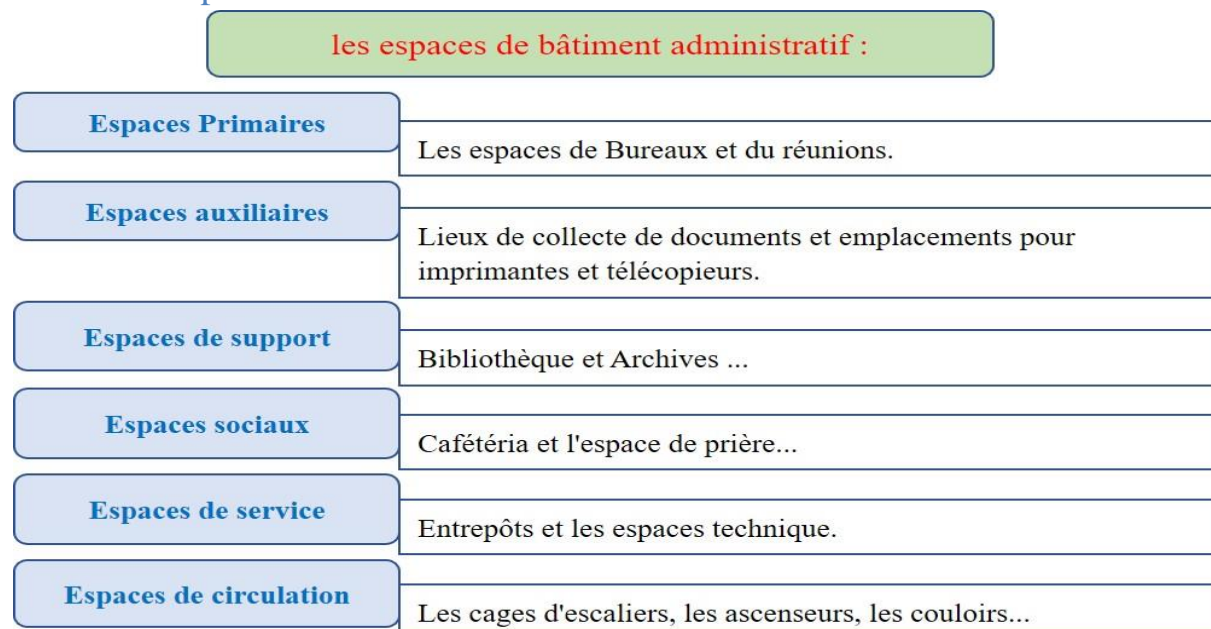


Figure 10: les espaces de bâtiment administratif. Source : (م. لمى عدنان يوسف 2013)

Pour plus d'informations, voir l'annexe 01.

II.2. L'ARCHITECTURE DURABLE

Introduction :

Dans cette partie, on prend les méthodes de conception et de construction respectueuses de l'environnement, car nous voulons concevoir un bâtiment durable. Nous pouvons distinguer plusieurs tendances : le choix des matériaux et des dispositifs permettant d'économiser l'énergie, le choix de technologies et de solutions respectueuses de l'environnement. L'objectif ultime de l'architecture durable est l'efficacité énergétique tout au long du cycle de vie du bâtiment. Les architectes utilisent différentes méthodes pour réduire les besoins en énergie des bâtiments et augmenter leur capacité à capter et à générer leur propre énergie.

II.2.1. Définition des concepts liés à l'architecture durable :

2.1.1. L'architecture et l'environnement :

Elle est définie comme le mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant, elle permet de :

- De participer au confort et à la santé des usagers.
- De réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant (Leila, 2019).

2.1.2. Architecture Durable :

Une pratique qui a pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin de la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines. (L'architecture durable, 2020).

2.1.2.A. L'objectif de l'architecture durable :

- Promouvoir l'équilibre et la durabilité des ressources naturelles.
- Améliorer notre bien-être.
- Protéger la santé humaine et préserver la nature (L'architecture durable, 2020).

2.1.2.B. Construction durable :

Notion utilisée pour toute construction qui, tout en assurant confort et santé des occupants, limite au mieux les impacts sur l'environnement, en cherchant à s'intégrer le plus respectueusement possible dans un milieu et en utilisant le plus possible les ressources naturelles et locales. (FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT , 3e édition)

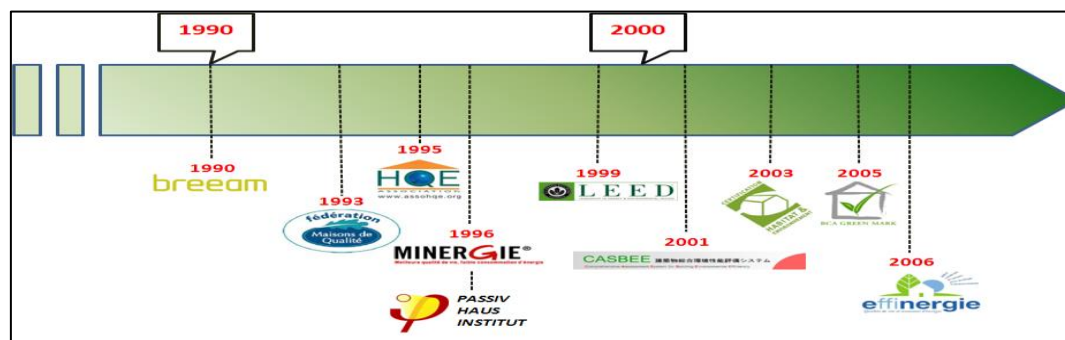


Figure 11: Échelle chronologique de création de quelques labels. Source : openedition.org

2.1.2.C. Quelques labels de l'architecture durable :

2.1.2.C.1 Label BREEAM :

Building Research Assessment Establishment Environmental Method. Est une « méthode d'évaluation de la performance environnementale des bâtiments ». le BREEAM reste le standard de certification le plus répandu à travers le monde.

2.1.2.C.2 Label Haute Qualité Environnementale (HQE) :

Est une démarche globale de management du projet visant à minimiser l'impact du bâtiment sur son environnement (intérieur, local ou global), durant l'ensemble de son cycle de vie.

2.1.2.C.3 Bâtiment à Basse Consommation :

Un label définit un standard de construction visant réduire la consommation énergétique des immeubles d'habitation tout en assurant un climat intérieur Confortable.

2.1.2.C.4 Bâtiment à Zéro Energie ou à Energie Positive :

Bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme. (Labels de la construction, 2020)

2.1.3. L'architecture bioclimatique :

2.1.3.A. Définition de la démarche bioclimatique :

L'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture.

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant (Les maison bioclimatiques, 2020)

2.1.3.B. Conception Bioclimatique :

Une conception bioclimatique vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise l'orientation du bâtiment et des pièces, les surfaces vitrées, l'inertie du bâtiment (BÂTIMENT, 3e édition)

2.1.3.C. Principes de la conception bioclimatique : (Liébard & De Herde, A, 2006)

a) L'implantation :

Elle détermine l'éclairage les apports solaires, les déperditions, la possibilité d'aération. L'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires passifs en hiver et de les réduire en été pour respecter le confort d'été.

La bonne règle : le maximum de fenêtres sera orienté au Sud.

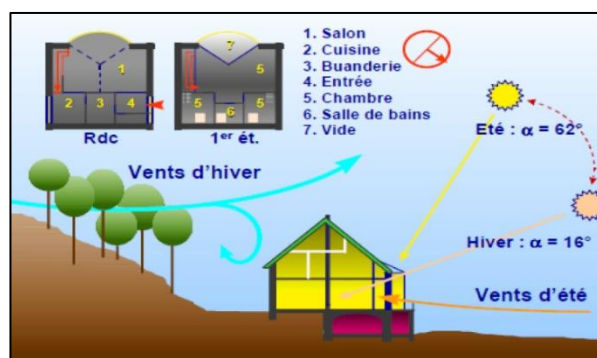


Figure 12: L'implantation tient compte, des vents locaux, de l'ensoleillement
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

b) *L'orientation :*

L'orientation d'un édifice répond à sa destination. Les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer ou au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou rafraîchir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation.

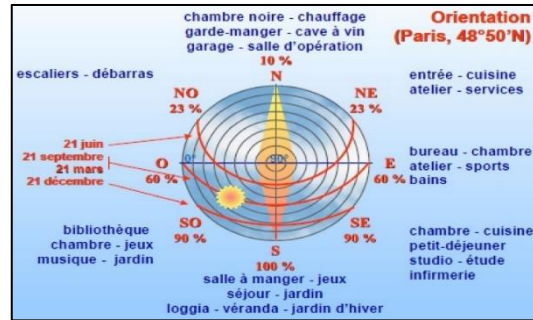


Figure 13: l'orientation de quelques pièces par rapport aux vents. Source : *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*

c) *La distribution intérieure :*

Aménager des espaces tampons au nord permet de réduire l'impact du froid et contribuera directement aux économies d'énergies et au confort des occupants. Au sud, les ouvertures permettent aux pièces de vie de profiter au maximum des apports passifs.

d) *Le choix des matériaux :*

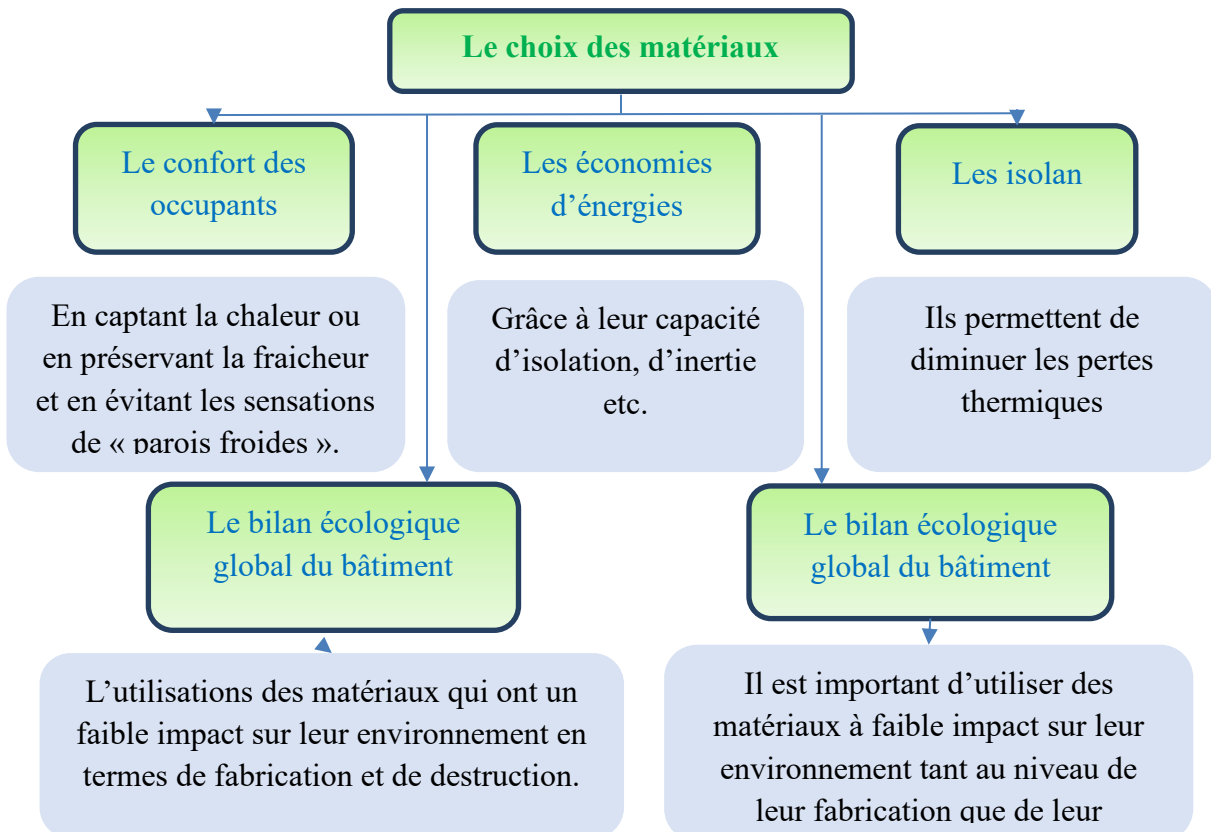


Figure 14: l'impact du choix des matériaux. Source : *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*

2.1.3.C.2 **Les Conforts :**

Le confort est une notion étroitement liée à la sensation de bien-être et qui ne possède pas de définition absolue. Le confort est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensation. On distingue les types suivants :

- Le confort thermique.
- Le confort visuel.
- Le confort acoustique.
- Le confort olfactif.

2.1.3.D. **Les zones arides :**

a) **Définition :** On parle de zone aride lorsqu'un milieu perd davantage d'eau par évaporation et transpiration qu'il n'en reçoit par les chutes de pluies (*Rabah, 2020*)

b) **Caractéristiques des zones arides :**

De façon générale les zones arides sont caractérisées par :

- Des précipitations rares et très irrégulières.
- Une forte différence entre les températures diurnes et nocturnes.
- Un vent de sable souvent fort.
- Une végétation rare, basse et atrophiée.

forts rayons du soleil

c) **Principes de conception des bâtiments dans les zones sahariennes :**

Selon le livre « Recommandations architecturales », la ville de Laghouat est classée dans la zone climatique : Sahara (Hiver : H3a - Eté : E3) (l'habitat, 1993)

Les caractéristiques souhaitables des bâtiments situés dans ces zones sont les suivantes :

	ZONE CLIMATIQUE :SAHARA	
RECOMMANDATIONS	H3 Période D'hiver (4 mois)	E 3-4-5 Période D'été (5 mois)
1-ORIENTATION	1-Nord-sud	1-Nord-sud (est ouest à proscrire).

2-ESPACEMENT ENTRE BATIMENTS	2-Plan compact en diminuant l'exposition des murs en contact avec l'extérieur.	2-Plan compact en diminuant l'exposition des murs avec l'extérieur. Avec cour intérieure.
3-VENTILATION OU AERATION D'ETE		3-Ventilation nocturne.
4-OUVERTURES, FENETRE	4-Sur surface totale ouvertures prévues, affecter pour captage soleil hiver surface vitrage sud égale à 0.15 par m ² plancher.	4-Moyenne 25 à 40%. Pour la zone E3. -Petite 15 à 25% pour les zones E4 et E5.
5-MURS ET PLANCHERS	5-Murs et planchers massifs-Inertie thermique journalière 8 heures compromis à prendre avec l'été.	5-Murs et planchers massifs. Forte inertie thermique multi journalière (hors période surchauffe) avec couleurs claires.
6-TOITURE	6-Toiture massive et isolée.	6-Massive. Forte inertie thermique multi journalière (hors période surchauffe) avec couleurs claires.
7-ISOLATION THERMIQUE	7-Isolation thermique toiture.	7-Toiture isolée.
8-PROTECTION	8-protection contre les vents de sable par plantations à feuilles persistantes qui poussent dans le sud (pin d'Alep...).	8-Protection d'été. -Ouverture nord-sud.
9-ESPACES EXTERIEURS		9-Emplacement pour le sommeil en plein air. Cuisine à l'extérieur.

10-VEGETATION	10-Végétation à feuille persistantes pour vents dominants froids et surtout de sable.	10-Végétation pour l'ombrage des murs et fenêtre.
11-CHAUFFAGE PASSIF	11-Chauffage passif par stockage murs massifs inertie- déphasage 8 à 12 heures ou vitrage sud.	
12-CLIMATISATION		12-Climatisation naturelle par humidification de l'air.

Tableau 2:Principes de conception des bâtiments dans les zones sahariennes.

Source : (RECOMMANDATIONS ARCHITECTURALES , 1993)

II.3. SYNTHESE DU CHAPITRE :

- Les bâtiments sont des structures physiques qui représentent les structures sociales en leur sein. Cette relation est évidente dans la manière dont ces bâtiments sont construits pour faciliter le travail qui y est effectué et pour incarner les idées de gestion qui existaient à l'époque. La conception des espaces de bureaux a radicalement changé au cours du siècle dernier, à la suite du développement technologique, qui a conduit à de nouvelles formes de conception de bureaux.
- Un bâtiment durable est un bâtiment qui prend en compte le climat et l'environnement dans sa conception, afin de réduire les besoins en énergie pour l'éclairage, le chauffage et le refroidissement.
- La conception d'un bâtiment bioclimatique dépend du choix des matériaux appropriés, de l'utilisation de techniques de circulation de l'air, de l'utilisation du rayonnement solaire ou de l'énergie géothermique.
- Étant donné que notre projet est situé dans une zone où la période estivale est trop longue pour minimiser l'impact de la lumière solaire, il sera orienté sur l'axe nord / sud, sous une forme compacte avec une stratégie de refroidissement et en favorisant l'énergie solaire renouvelable

III. CHAPITRE 02 : ETUDE ANALYTIQUE :

INTRODUCTION :

- Afin d'expliquer les composants de la Casnos et comment fonctionne pour assurer la durabilité et la performance de cette bâtiment, certains projets doivent être analysés en détail pour obtenir ses points positifs et négatifs, 3 projets ont été analysés dans ce chapitre.

III.1. ANALYSE DES EXEMPLES :

III.1.1. Exemple 01 : Bureau municipal de La Haye

1.1.1. Les critères du choix de l'exemple :

Ce projet est conçu selon plusieurs considérations, notamment :

- Établir une communication directe entre tous les employés.
- Encourager la communication informelle entre les employés et les administrations publiques.
- Prise en compte des règles de développement durable.

1.1.2. Fiche technique :

Projet : Bureau municipal de La Haye

Lieu : coin Leyweg / Coevordenstraat . La Haye

Architecte : Architecte Rudy Uytenhaak, Amsterdam

client : Municipalité de La Haye

le type : bureaux municipaux et 49 appartements

La surface : 32600.0 m²

Gabarit : R+17.

coûte 46 millions €

Début de la construction mai 2008

Prêt à débiter en 2010



Figure 15: bureau municipal de la haye
Source : ArchDaily.com

1.1.3. Le climat de la ville :

La Haye a un climat pluvieux tempéré chaude. Il se caractérise par une température moyenne de 9.5 °C, une vitesse de vent élevée et la plupart des vents sont du sud-ouest (CLIMAT LA HAYE, 2020).

1.1.4. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

1.1.4.A. Situation :

Le projet est situé dans le Côté nord-ouest de la ville de La Haye dans un milieu à caractère de service.



Figure 16: La carte de la Hollande. Source : Google map et traite par l'auteur

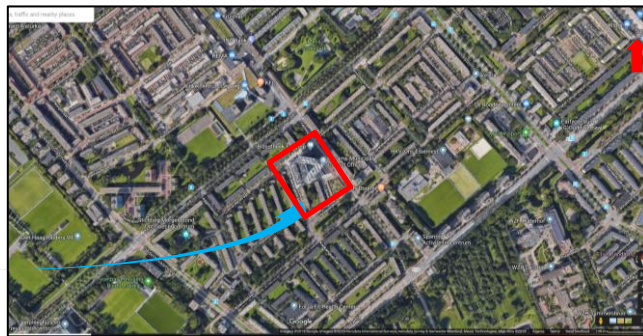


Figure 17: Vue aérienne sur la situation du bureau municipal de La Haye. Source : Google earth et traite par l'auteur

1.1.4.B. Plan de masse :

Le projet est délimité par trois voies mécaniques, il est conçu comme une seule entité de Gabarit : R+17.

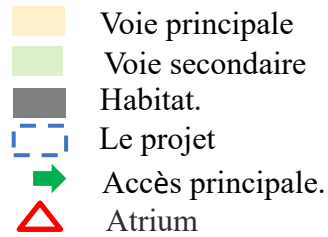


Figure 18: Plan de masse du bureau municipal de La Haye. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur

1.1.4.C. L' accès principale de projet:

Les accès principaux sont marqués

avec un cavete dans la volumétrie

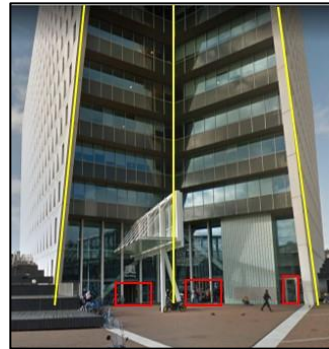
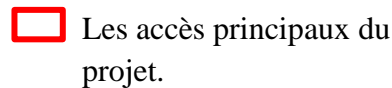


Figure 19: Les accès principaux du projet. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur.

1.1.4.D. Occupation de la parcelle :

Le projet occupe toute la surface de l'ilot.

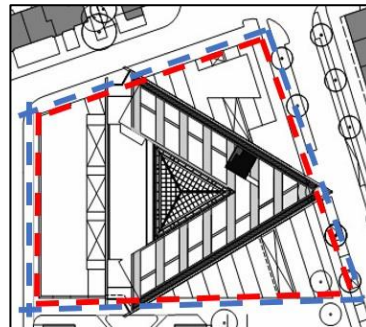
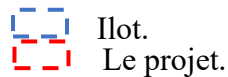


Figure 20: Occupation de la parcelle. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur

1.1.4.E. La volumétrie de projet :

Le projet est un bâtiment monobloc de forme irrégulière, un tour de gabarit R+17 et socle de R+3.

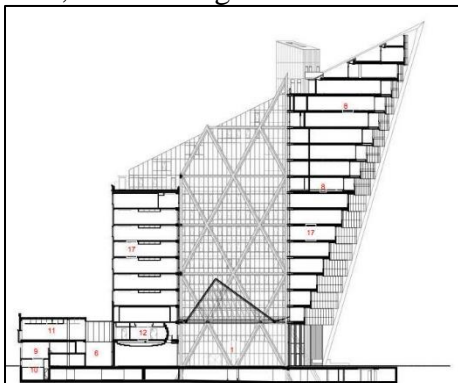


Figure 21: une coupe représente les gabarits du projet. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur



Figure 22: La volumétrie de projet. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur

1.1.4.F. Organisation des espaces :

1.1.4.F.1 PLAN DE RDC :

- les fonctions des installations,
- les bureaux de service public et des services municipaux.
- Des installations d'information et une bibliothèque.
























	Entrée principale.		Bibliothèque.
	Hall d'accueil.		Patio.
	Atrium.		Circulation verticale.
	Réception.		Service.
	Espace de détente.		L'entrée du parking.
	Bureaux individuels.		L'entrée des appartements.
	Bureaux open space.		



Figure 23: le plan de RDC. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur

1.1.4.F.2 PLAN DE 1^{er} étage :

Comprend : La salle des fêtes, le restaurant du personnel, le centre de réunion.

	Atrium.		Cuisine.
	Réception.		Salle des fêtes.
	Centre de réunion.		Patio.
	Espace de réunion.		Circulation verticale.
	Centre informatique.		Circulation horizontale.

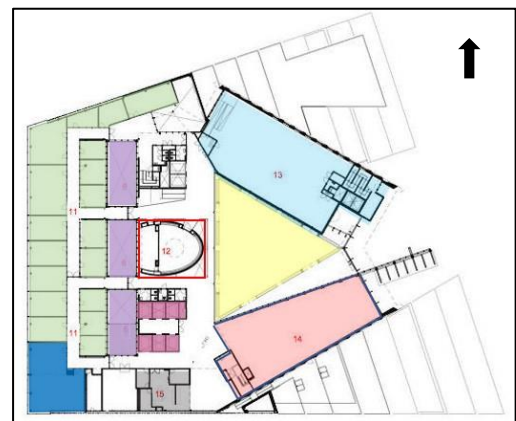






Figure 24: le plan de RDC. Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur.

Les neuf étages supérieurs : sont composés des maisons.

1.1.4.F.3 PLAN DE 13^{ème} étage :

	Atrium.
	L'entrée des appartements.
	Circulation verticale.
	Circulation horizontale.

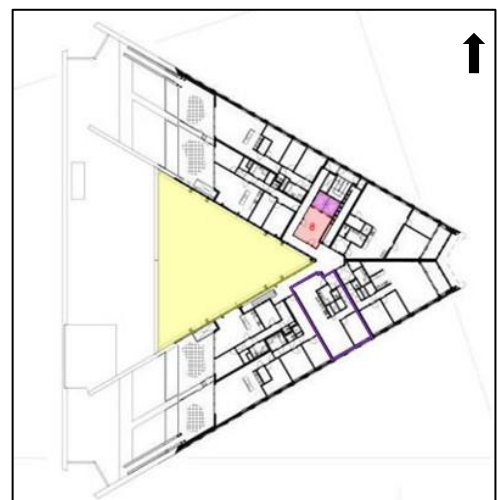


Figure 25: le plan de 13eme étage.
Source : ArchDaily.com et traite par l'auteur.

1.1.4.G. Vues intérieures de quelques espaces :



Figure 26: Vue intérieur du bureau municipal de La Haye. Source archDaily.com

1.1.4.H. Aspects liés à la durabilité :

a) *Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :*

la forme triangulaire du bâtiment renforce les contacts avec le monde extérieur et au sein de l'organisation et fournit la plus grande surface exposée au soleil.

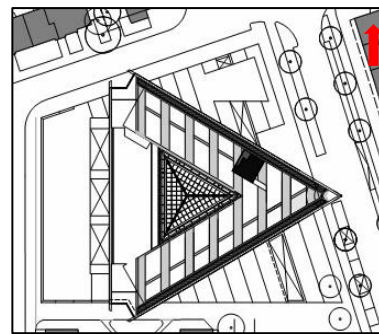


Figure 27: le plan de masse. Source archDaily.com

b) *Matériaux de construction :*

Utilisation des matériaux

Nouveaux et recyclable comme :

- Verre
- acier
- Aluminium

Et martiaux standard :

- Béton
- Plâtre

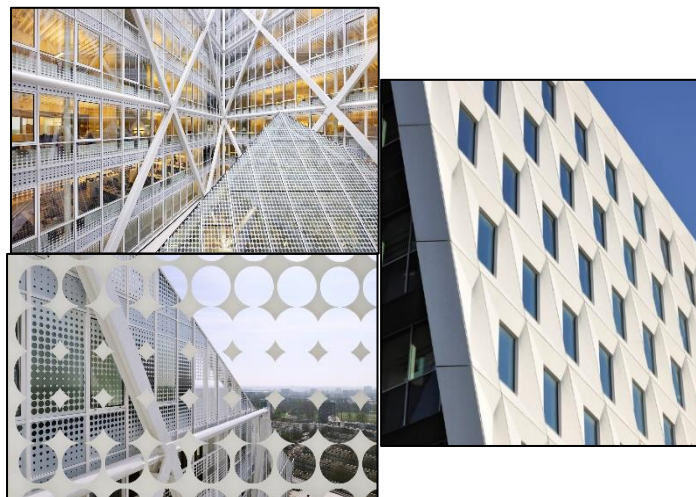


Figure 28: Des vues sur les façades Source : ArchDaily.com

c) *Système constructif :*
Le système constructif est Structure mixte (métallique + béton armé).

Les murs intérieurs sont simple cloison.

Les murs extérieurs sont des murs porteurs en béton armé.

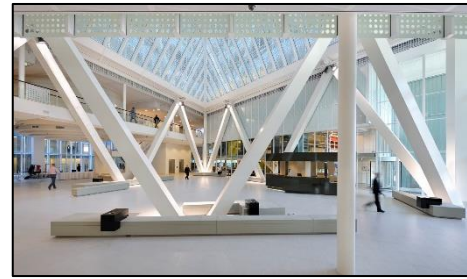


Figure 29: vues sur les éléments de la structure.
Source : ArchDaily.com

les conduits et installations sont intégrés dans un plancher climatisé avec un noyau en béton, doté de fonctionnalités acoustiques et de prévention des incendies.

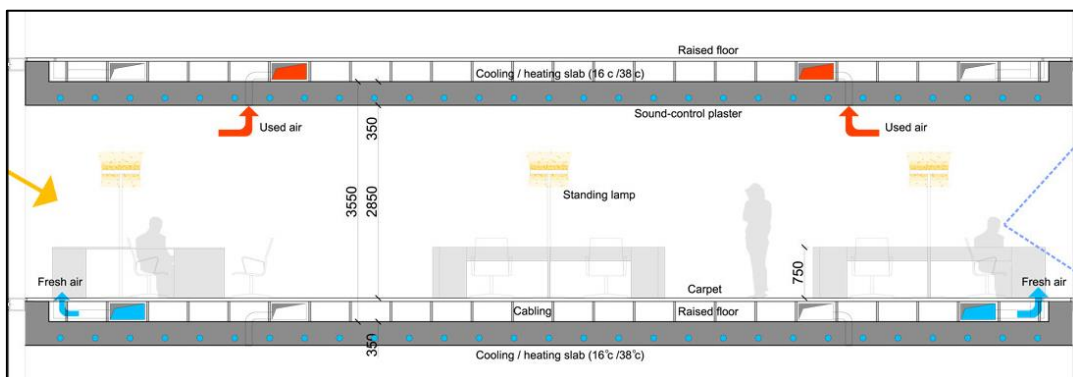


Figure 30: Le système des plancher utilise.
Source : ArshDaily.com

d) *Le confort thermique :*
-la forme compacte.
- Le toiture inclinée



Figure 31: Le toiture inclinée.

Source : ArchDaily

e) *Confort visuel :*

Eclairage Natural pour assurer le confort visuel dans les espaces d'attente et les couloirs.



Eclairage artificiel pour assurer le confort visuel dans les espaces.

Figure 32: vu sur un couloir.
Source : ArchDaily.com

◆ **Conclusion :**

De manière inventive, la municipalité de La Haye obtient un résultat expressif par sa forme, spatialement surprenant, flexible et fonctionnel, dans lequel la logique de la construction durable a été appliquée de manière optimale.

Dans le concept structurel : la construction et la technique d'installation sont parfaitement harmonisés, la durabilité et l'intelligence économique étant les critères principaux.

◆ **Synthèse exemple 01 :**

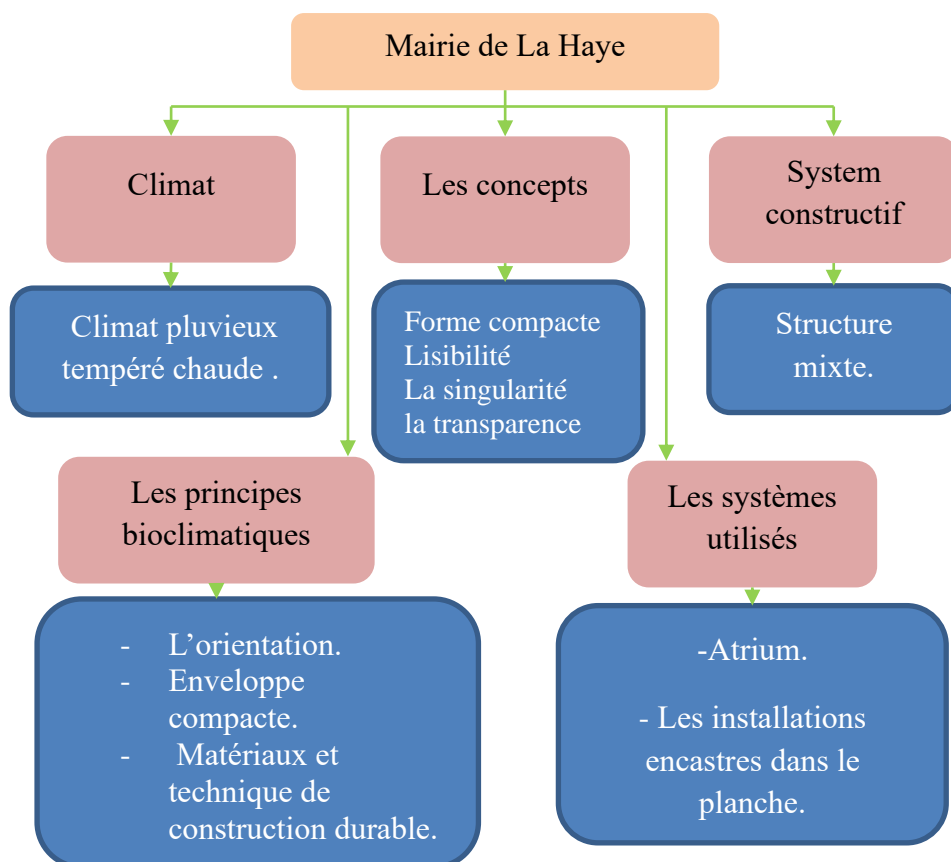


Figure 33: Synthèse exemple 01.

III.1.2. Exemple 02 : Mairie de Noain

1.2.1. Les critères du choix de l'exemple :

Ce projet est conçu selon plusieurs considérations, notamment :

- L'utilisation de moyens technologiques avancés et méthode de dissimulation de ces moyens pour éviter la pollution visuelle.
- Prise en compte des règles de développement durable (par exemple : les systèmes d'économie d'énergie actifs et passifs qui fournit une économie de 60%).

1.2.2. Fiche technique :

Projet : Mairie de Noain

Adresse : Plaza de los Fueros, 3, 31110 Noáin, Navarra, Spain.

Latitude / Longitude : 42,76, -1,63461

Gabarit : R+2.

Client : Noain Conseil municipal.

Date de début : janvier 2007.

Fin des travaux : 2009.



Figure 34: mairie de Noain.
Source : ArchDaily.com

1.2.3. Le climat de la ville :

La ville de NOÁIN est caractérisée par un climat caractérisé par des étés chauds et humides (80%) et d'hiver doux. La température moyenne est de 20 °C (CLIMAT NOAIN, 2020).

1.2.4. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

1.2.4.A. Situation :

Le projet est situé dans le Côté nord-ouest de la ville de La Noain dans un milieu à caractère résidentiel.



Figure 36: La carte de l'Espagne. Source : Google map et traite par l'auteur

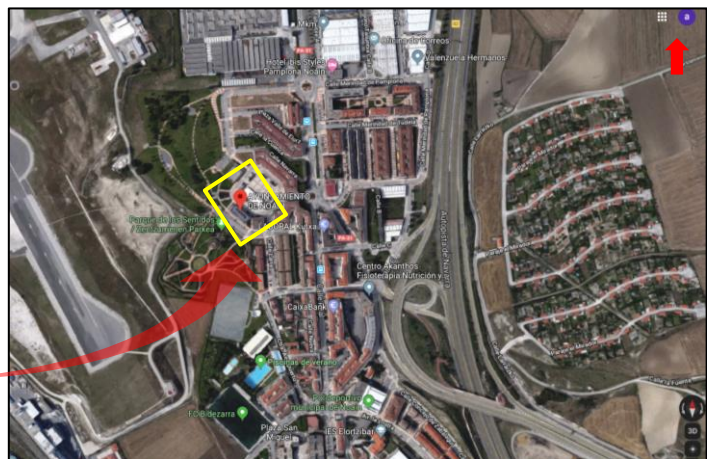








Figure 36: Plan de situation du bureau municipal de La Noain. Source : Google earth et traite par l'auteur

1.2.4.B. Plan de masse :

Le projet est délimité par 2 voies mécaniques, il est conçu comme une seule entité de Gabarit : R+ 2.

-  Voie principale
-  Voie secondaire
-  Habitat.
-  Le projet
-  Les limites du terrain
-  Accès principale.

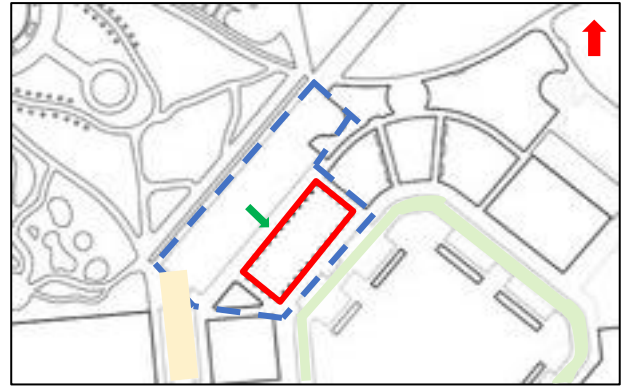




Figure 37: Plan de masse du bureau municipal de Noain.
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

1.2.4.C. Occupation de la parcelle :

Le bâti est entouré par le bâti.

-  Les limites du terrain
-  Le projet

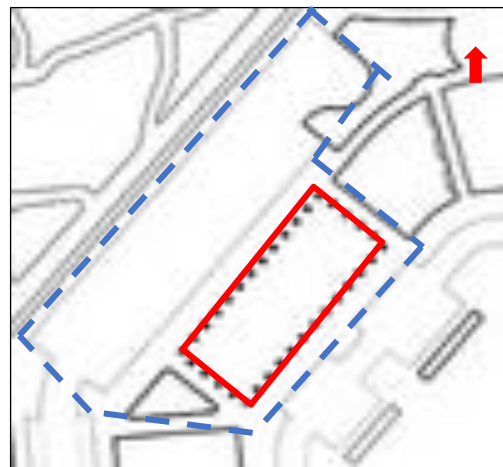


Figure 38: Occupation de la parcelle.
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

1.2.4.D. La volumétrie de projet :

Le projet est un bâtiment monobloc de forme de parallélépipède de gabarit R+2.



Figure 39: La volumétrie du projet.
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

1.2.4.E. Organisation des espaces :

1.2.4.E.1 PLAN DE RDC :

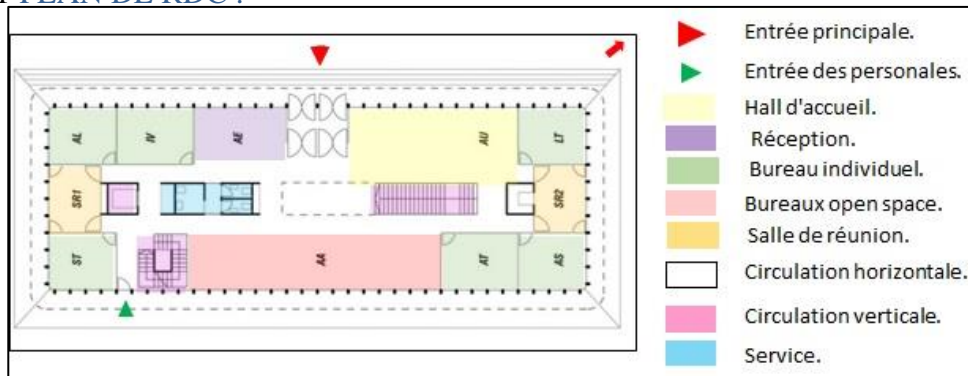


Figure 40: le plan de RDC. Source : archdaily.com

1.2.4.E.2 PLAN DE 1^{er} étage :

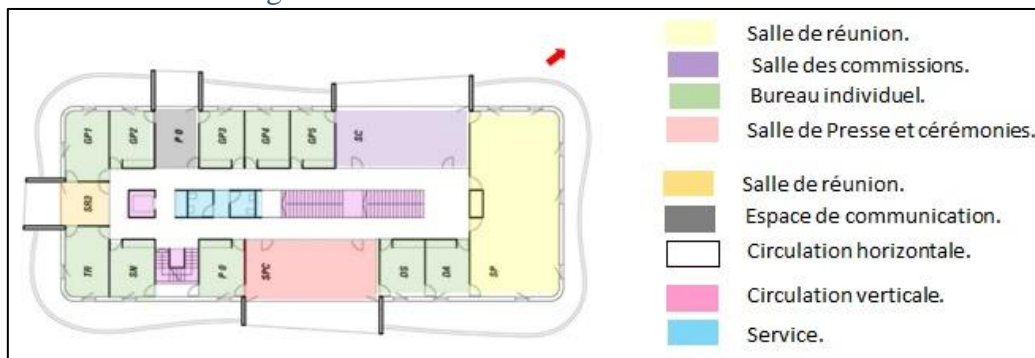


Figure 41: le plan du 1er étage. source : archdaily.com

1.2.4.E.3 PLAN DE 2^{ème} étage :

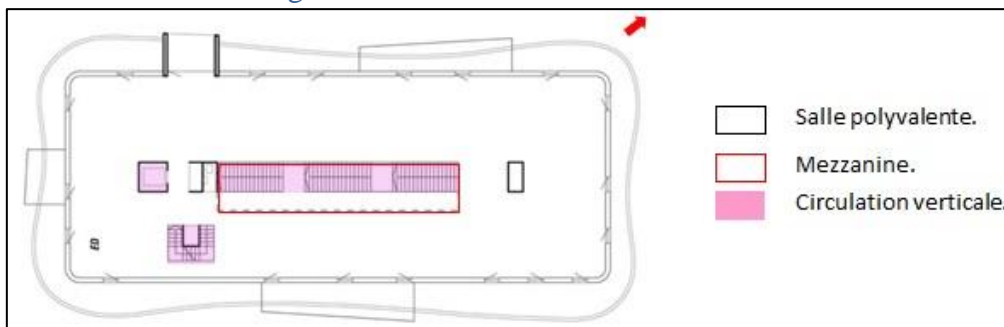


Figure 42: le plan du 2eme étage. Source : arshdaily.com.

1.2.4.F. Vues intérieures de quelques espaces :

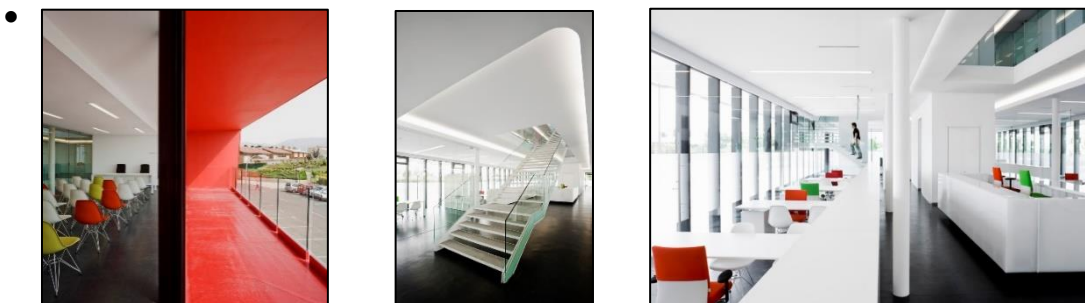


Figure 43: Vue intérieur du bureau municipal de Noain. Source : ArchDaily.com

1.2

1.2.4.G.1 Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

- le projet et un bloc dans un îlot indépendante.
- bonne orientation (nord-sud).
- Le projet est implanté dans un terrain plat.

L'utilisation de la transparence pour crée la relation directe avec l'extérieur.

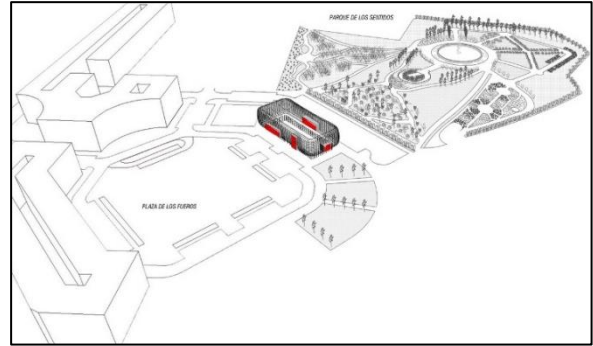


Figure 44: Vue perspective du projet. Source : arshdaily.com

1.2.4.G.2 Matériaux de construction :

Utilisation des matériaux nouveaux et recyclable comme :

- Verre
- Aluminium

Et matériaux standard :

- Béton
- Plâtre

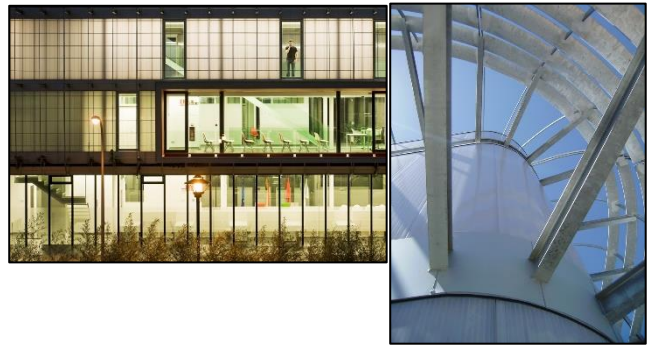


Figure 45: Des vues sur les façades.
Source : ArchDaily.com

1.2.4.G.3 les systèmes utilisent :

a) la structure :

Le système constructif est

Structure mixte (métallique + béton armé)

Les murs sont simple cloison



Figure 46: vues sur les éléments de la structure.
Source : ArchDaily.com

- b) *système de chauffage :*
- A- Panneaux photovoltaïques.
 - B- ventilation mécanique.
 - C- plancher radiant.
 - D- l'énergie géothermique.

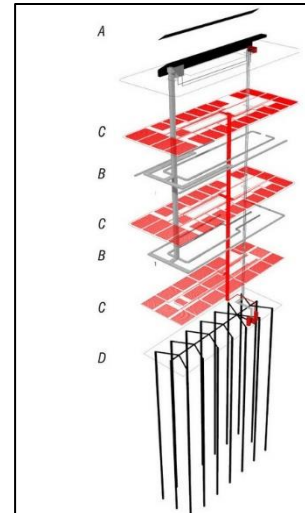


Figure 47: le système de chauffage.
Source : ArchDaily.com

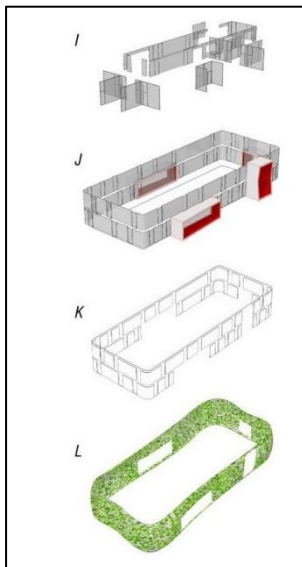


Figure 48: les composants de l'enveloppe du bâtiment.
Source : ArchDaily.com

- c) *l'enveloppe du bâtiment :*
- I- division intérieure en verre
 - J- Verre translucide intérieur
 - K- polycarbonate translucide Extérieur
 - L- Grille de croissance verte

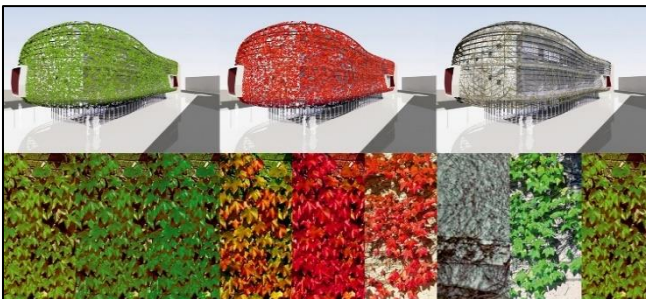


Figure 50: Les façades avec succession de saisons.
Source : ArchDaily.com

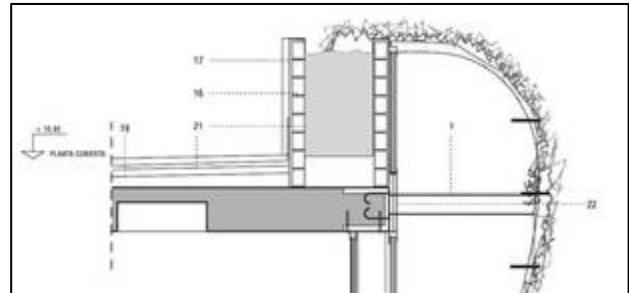


Figure 49: Le système de façade végétalisée.
Source : ArchDaily.com

les systèmes, éclairage, chauffage, refroidissement et ventilation sont contrôlés et régulés par un ordinateur central. Il permet d'optimiser pleinement l'efficacité énergétique tout en répondant aux conditions de confort requises.

◆ Synthèse exemple 02 :

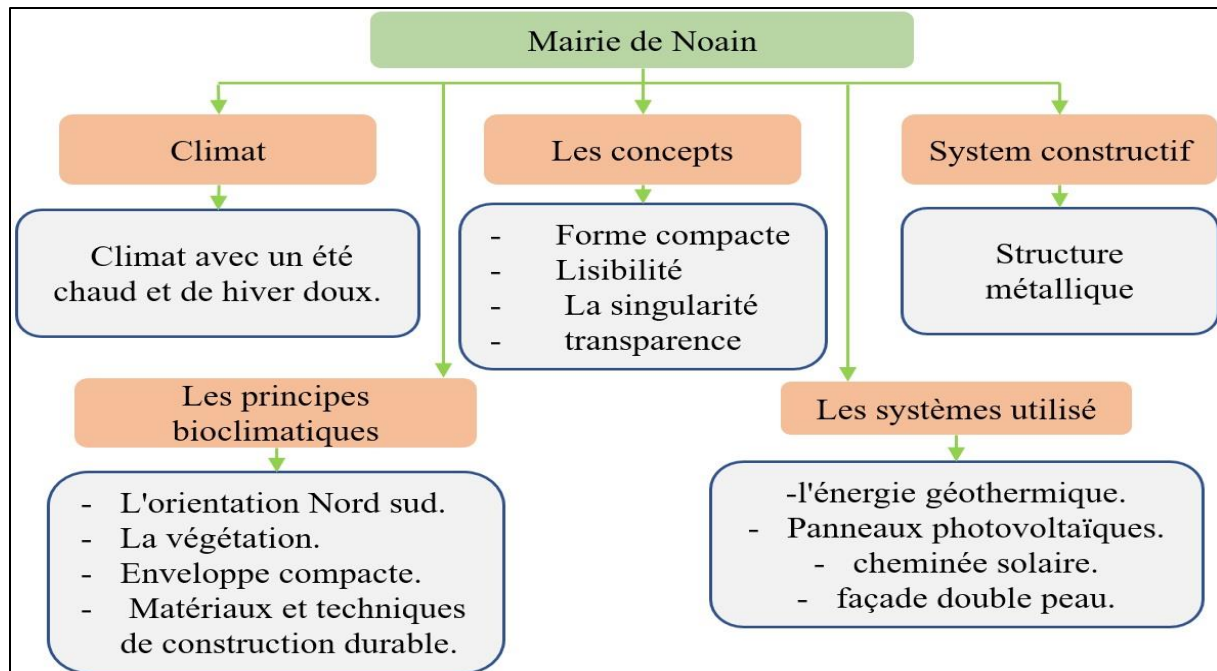


Figure 51: Synthèse exemple 02.
Source : Auteur.

III.2. SYNTHÈSE DU CHAPITRE :

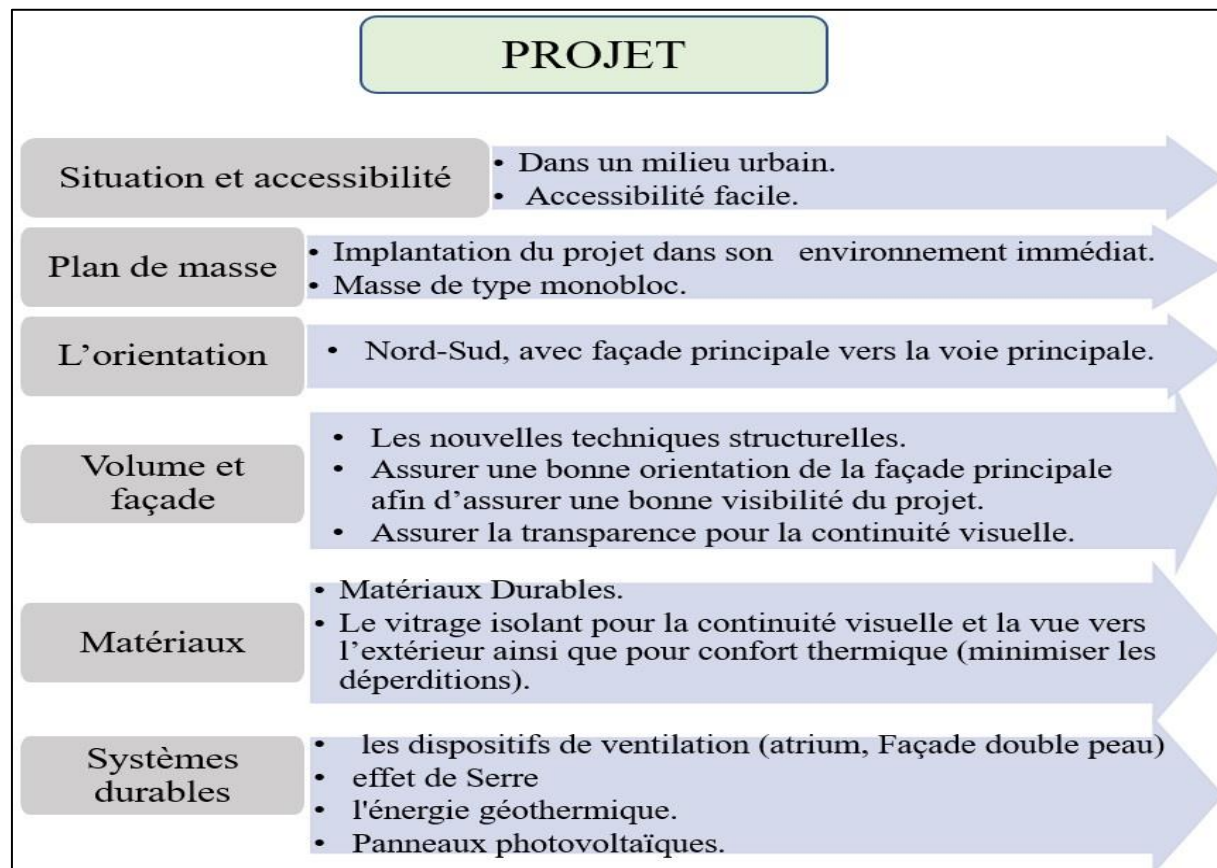


Figure 52: Synthèse du chapitre 02.

IV. CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXTUELLE

INTRODUCTION :

Le but de ce chapitre est l'identification des variables contextuelles qui sont susceptibles d'influer sur la conception durable de notre projet, il est une base pour l'étude d'une analyse adéquate de notre site, ce qui nous permettra de faire un diagnostic de du terrain pour déterminer ces contraintes et ces potentialités.

IV.1. SITUATION DE LA WILAYA DE LAGHOUAT :

IV.1.1. Situation administrative :

La wilaya de Laghouat fait partie des wilayas du sud de l'Algérie. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

Au Nord : Tiaret à 270km.

Au Sud : Ghardaïa à 187km.

A l'Est : Djelfa à 103km.

A l'Ouest : El-Bayadh à 230km.

Le Chef-lieu de la wilaya est situé à **700 km** à l'est de la capitale, Alger.

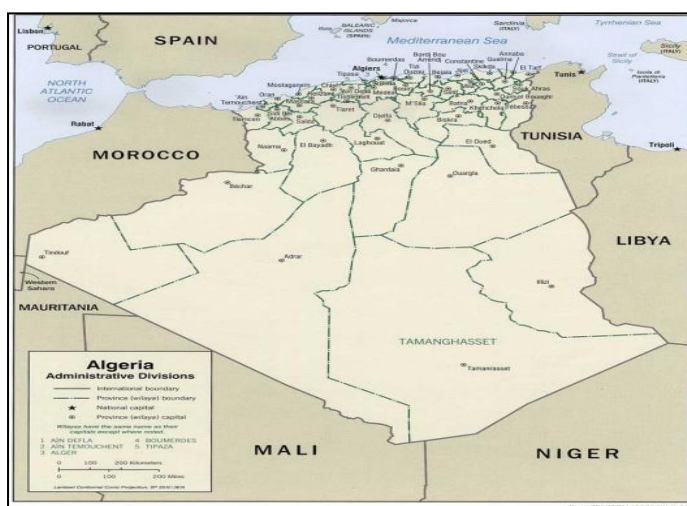


Figure 53: Carte de situation administrative de la ville de Laghouat
Source : wikiwand.com

La wilaya s'étend sur une superficie de **25 052 km²** (ANDI, 2013).

IV.2. SITUATION DE LA VILLE DE LAGHOUAT :

IV.2.1. Situation communale :

-Au nord est : par la Commune de Sidi Makhlof.

-Au sud-ouest : par la commune d'el Kheng.

-Au nord-ouest : par la Commune de Tadjmout.

- A l'est : par la commune d'el Ellassafia.

-Au sud est : par la commune de Mkhareg. (ANDI, 2013).

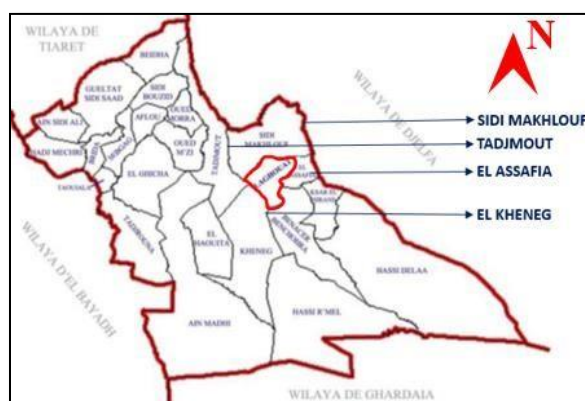


Figure 54: Carte des limites de la ville de Laghouat.
Source : PDF Invest in Alegria wilaya de Laghouat

IV.2.2. Situation astronomique :

Les cordones	Latitude de <u>33°48'10"N</u> et longitude de <u>2°52'30"E</u>
Altitude	769 m.
Superficie	400 km ²

Tableau 3: la situation astronomique de la wilaya du Laghouat. Source : (ANDI, 2013)

le relief de la région est en général plat à pente moyenne et faible de 0,1% à 4.9% (ANDI, 2013).

IV.3. ACCESSIBILITES DE LA VILLE :

IV.3.1. Accessibilités routières :

Par la route nationale n°1 (Alger-Laghouat-Tamanrasset).

IV.3.2. Accessibilité par voie ferroviaire :

En cours de réalisation.

IV.3.3. Accessibilité aérienne :

Aéroport à 14 KM de la ville de Laghouat



Figure 55: Carte des accessibilités de la ville de Laghouat Source : Google map.com

IV.4. LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DE LA VILLE DE LAGHOUAT :

IV.4.1. la zone climatique :

le territoire algérien devise par quatre zones climatiques (A.B.C et D). La ville de Laghouat se trouve dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara. (Mazouz, 2004)

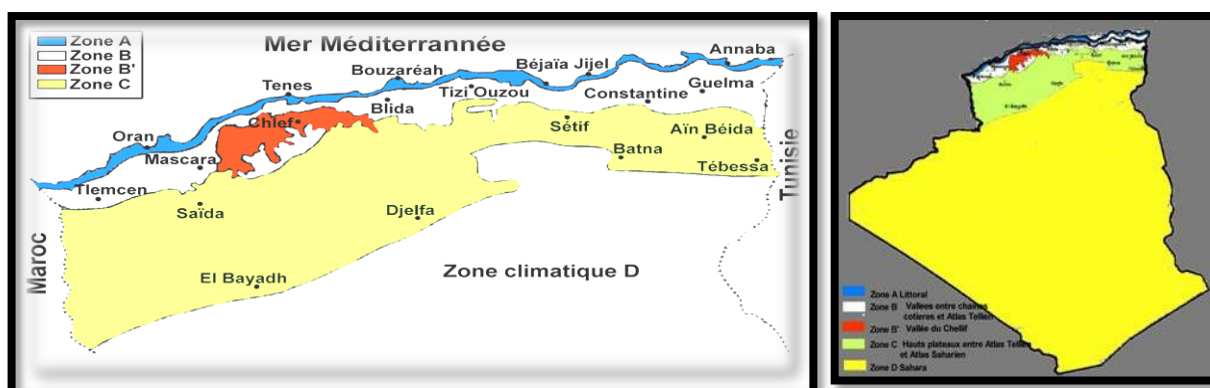


Figure 56: Découpage des zones climatique. source : (MOKEDDEM. M, 2012)

Zone D : pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Températures	T° Moy.Max : 45° et entre 20-30° en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol
Végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après-midis.

Tableau 4: Extrait des caractéristiques de la zone D. Source : (MOKEDDEM, M, 2012).

IV.4.2. La température :

Caractérisée par forte amplitudes entre l'hiver et l'été, à savoir :

- un hiver est très rigoureux d'une température descend jusqu'à -6 C°.

- un été très chaud d'une moyenne température de 42 °

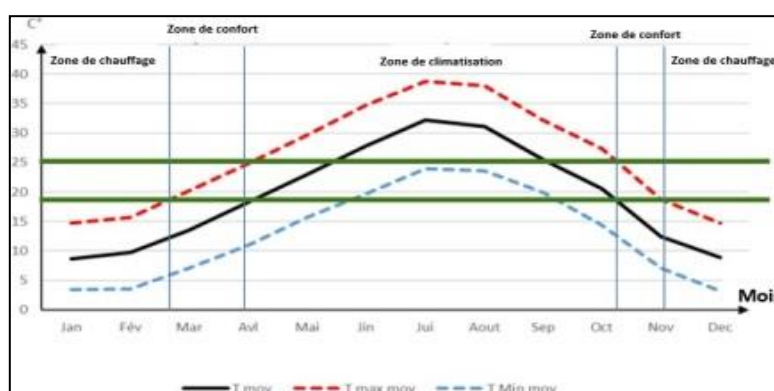


Figure 57: Diagramme de température-Laghouat 2007-2017. Source : station météo Laghouat

1- confort : mois de mars et avril et début de mai +mois d'octobre et novembre.

2- chauffage : janvier a début de mars et la fin de novembre à décembre

3- climatisation : mai a demi d'octobre

IV.4.3. La pluviométrie :

Les précipitations varient de 23 mm entre le plus sec et le plus humide des mois.

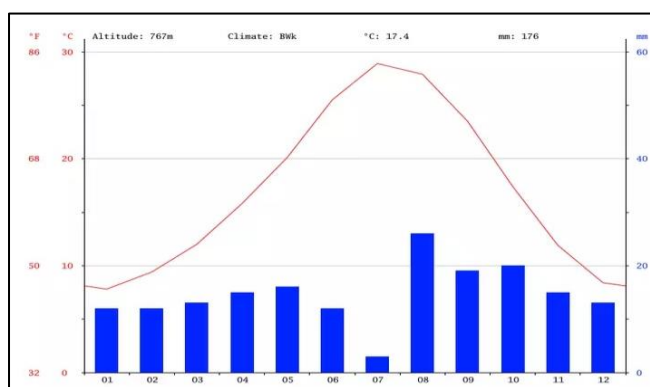


Figure 58: la pluviométrie de Laghouat -2007-2017. Source : fr.climate-data.org/

a) *Conclusion :*

- Il n'est pas recommandé d'utiliser un système de récupération d'eau de pluie car il aura un faible rendement.

IV.4.4. Humidité relative :

1- la zone de confort : comprise entre 33% et 75%, les mois de janvier, février mars, avril, mai, septembre octobre novembre et décembre.

2- la zone de d'confort : comprise entre 25% et 32%, juin juillet et aout.

L'humidité relative : varie entre 25% et 32 en été et 33% et 75 en hiver.

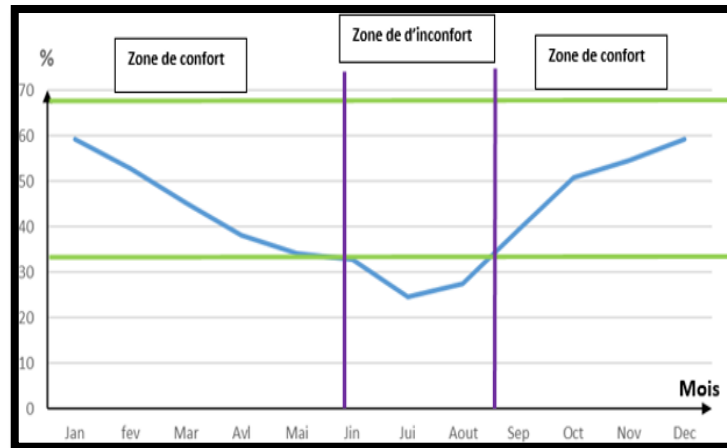


Figure 59: : Diagramme d'humidité -Laghouat 2007-2017. Source : Station météo Laghouat.

IV.4.5. Le diagramme psychrométrique de Givoni :

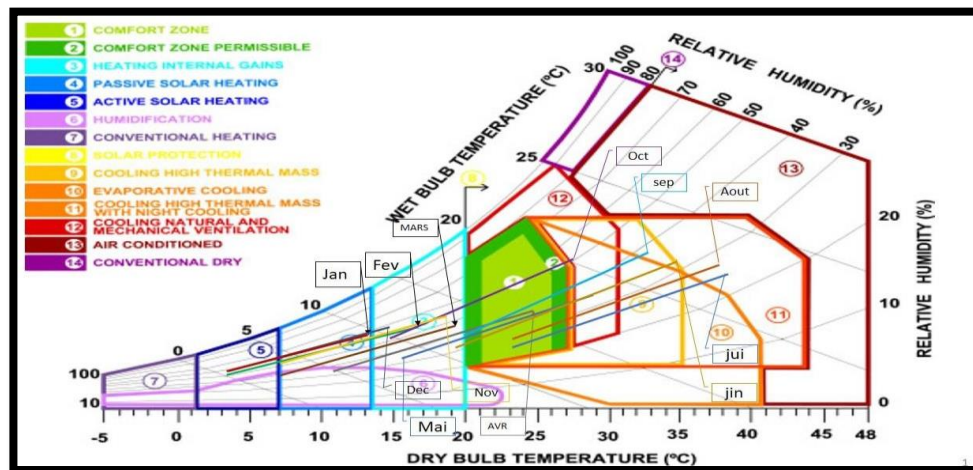


Figure 60: Le diagramme psychrométrique de Laghouat. Source : Programme climate consultant.

a) La lecture du diagramme :

Ce graphique (Figure 72) identifie les besoins de confort thermique, afin de concevoir des solutions appropriées, pour compenser les conditions de confort.

L'analyse de la charte psychologique de la région de Laghouat permet de noter ce qui suit :

- Janvier, février et décembre sont largement inclus dans la zone 4 et partiellement dans les zones 5 et 3, donc le chauffage solaire passif est recommandé avec l'utilisation d'un système actif nécessaire pour les appoints de température.

- Pour les mois de mars, novembre et novembre, ils sont largement inclus dans la zone 4 et en partie dans la zone 3 Les gains internes sont suffisants pour atteindre le confort, et donc le chauffage n'est pas nécessaire, on note que pour le mois d'avril il est aussi en partie dans la zone de confort (1-2).

Principalement pour les mois de mai, septembre et octobre, il est situé dans la zone de confort (zone 1-2), mais il est également partiellement s'inscrivent dans la zone (9-10-11-12), qui est

la période de repos pendant laquelle aucun chauffage ou ventilation n'est requis pour atteindre le confort.

- Pour les mois de juin, juillet août et une partie de septembre, ils s'inscrivent principalement dans la zone 9 mais également partiellement dans la région (9-10-11-12) en utilisant une enveloppe à forte inertie thermique en plus du système de refroidissement par évaporation et de la ventilation nocturne suffisante pour atteindre un niveau acceptable de confort. Veuillez noter que certains jours, une ventilation mécanique peut être nécessaire pour atteindre le confort.

IV.4.6. Climat lumineux de Laghouat :

- Niveau d'éclairement : 35 klx Type de ciel : semi couverte
- Niveau d'éclairement : 25 klx Type de ciel : semi couvert
- Niveau d'éclairement : 42 klx Type de ciel : clair
- Niveau d'éclairement : 47 klx Type de ciel : Clair

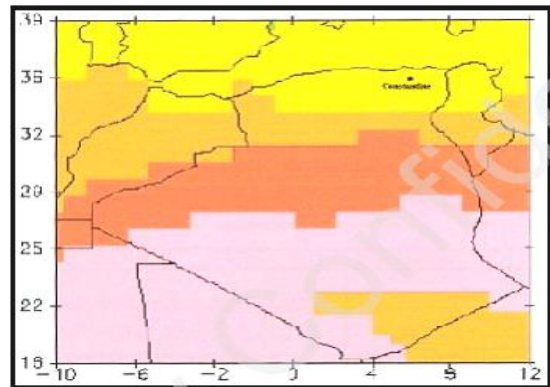


Figure 61: Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie. Source : (Zemmouri, 1987).

La ville de Laghouat située dans la 3eme zone qui se caractérisé par un éclairage lumineux horizontal moyen de 42 kilo lux, et la dominance du ciel clair.

4.6.1. Le type de ciel :

La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, la figure 22 fournit une vue claire sur la portion de chaque condition du ciel. Le soleil dominant a un impact majeur sur le climat surtout, avec ses aspects thermiques, énergétiques et lumineux. Selon les données, la portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%. (Mokeddem, 2011).

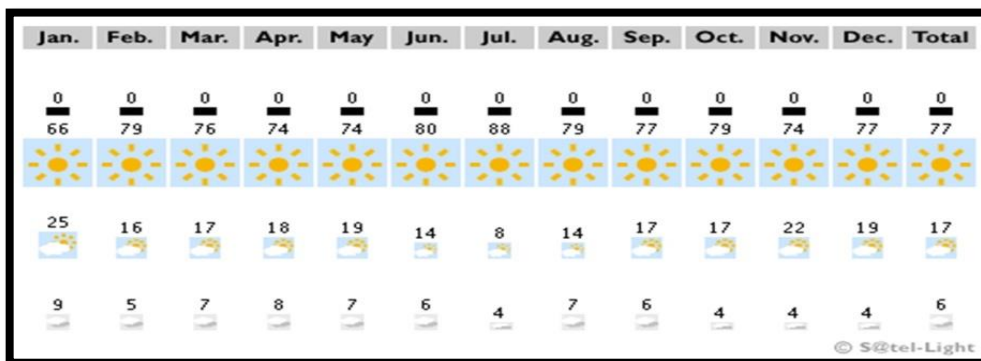


Figure 62: Fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux. Source : www.satel-light.com.

4.6.2. Les Diagrammes solaires :

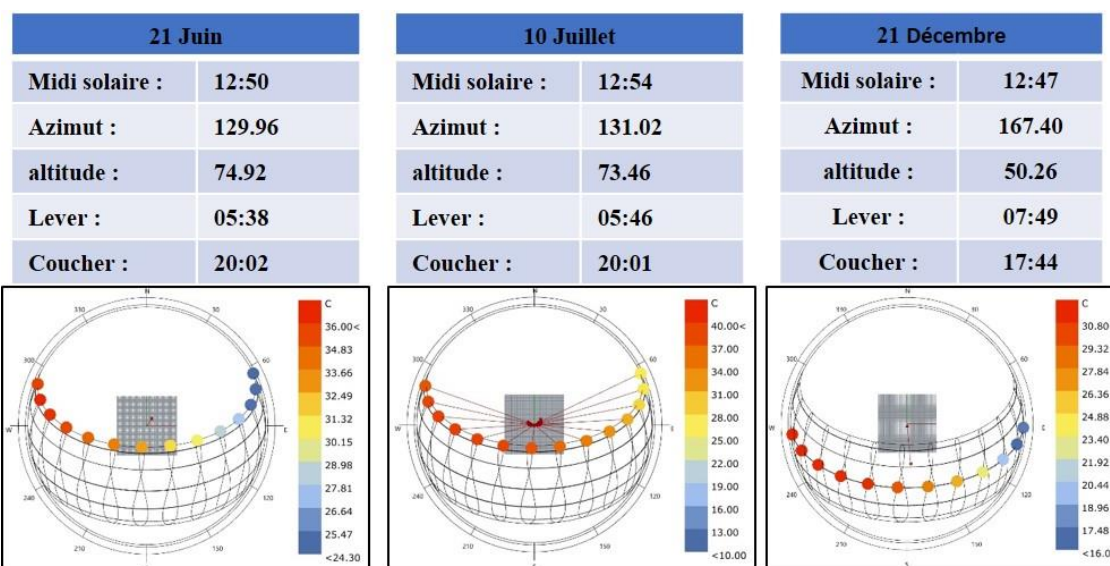


Figure 63: Les Diagramme solaires de la région de Laghouat. Source : Rhinoceros+ ladybugtools.com

4.6.2.A. Taux d'heures de rayonnement solaire :

- En hiver : 12 h.
- En été : 14 h.
- Conclusion :

Laghouat possède des dépôts solaires très importants et la conception du projet devrait en tirer parti tout en se protégeant pendant l'été :

- * Interface double peau.
- * Interface de végétation.
- * Brises verticales et horizontales.

IV.4.7. Les vents :

Type des vents	La saison	La direction
Le Chehili	été	Sud
	automne	Sud- ouest
le Sahraoui	Hiver	Nord-Ouest
	Printemps et été	Sud-est
le Bahri	hiver	Est-Ouest

Tableau 5: Les caractéristiques des vents
Source : (Ben Arfa, 2007)

4.7.1. La Rose des Vents :

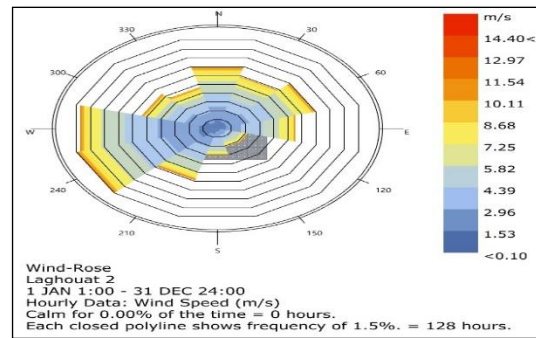


Figure 64: Le diagramme du rose du vent
Source : Rhinoceros + ladybugtools.com

4.7.2. Vitesse du vent :

a) selon la direction :

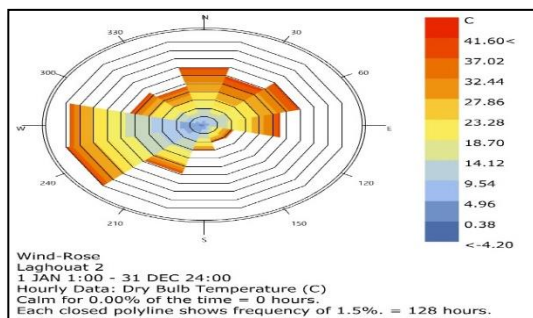


Figure 66: le diagramme de la vitesse du vent selon la direction. Source : Rhinoceros + ladybugtools.com

b) Selon l'altitude :

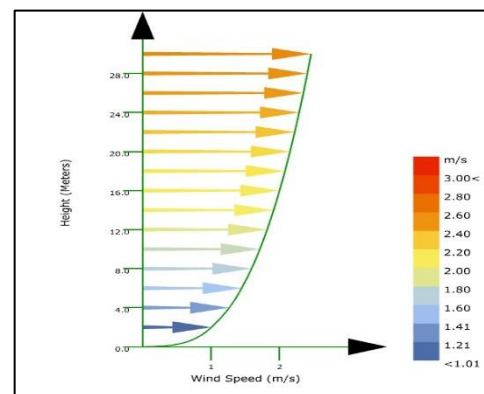


Figure 65: Profil du vent
Source : Rhinoceros + ladybugtools.com

b) Conclusion :

- ✓ L'utilisation des arbres pour filtrer le vent de sable et réduit les nuisances sonores.
- ✓ Exploitation du vent pour une ventilation naturelle.
- ✓ Créez des cours d'eau pour refroidir les vents secs.
- ✓ Fournir une conception architecturale passive et un plan compact pour minimiser le contact de surface avec l'environnement externe.

IV.5. SITE D'INTERVENTION :

IV.5.1. Choix de site :

Introduction :

La bonne intégration du projet au site est le fruit d'une bonne maîtrise des différentes caractéristiques : le voisinage, la topographie, types des végétations, les routes adjacentes ... etc.

IV.5.2. Motivation du choix de site :

Le site est :

- Situé dans un milieu urbain.
- Bonne accessibilité (le terrain choisi est visible de toutes les cotes).
- Flux de transport important.
- L'orientation de site nord-Sud (l'idéal).
- Superficie suffisante pour notre programme.

IV.5.3. Cadre physique :

◆ Introduction :

Cette étude nous aidera à réussir et à intégrer le projet à son emplacement, grâce à une bonne compréhension des diverses fonctionnalités et modifications apportées à l'environnement d'inclusion du projet et à la formulation de recommandations pour chaque projet.

IV.5.4. La Situation :

Le terrain se situe au centre de la ville de Laghouat.

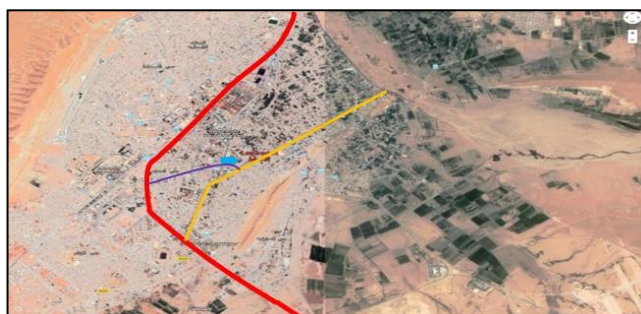
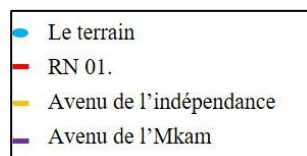


Figure 67: Situation par rapport à la ville de Laghouat. Source : Google Earth\ traité par l'étudiant

● Synthèse :

- ✓ D'après les données de cette étude ont conclu que notre projet va prendre en compte les points suivants :
- ✓ Le projet va être compact pour minimiser les déperditions thermiques.
- ✓ Il va être orienté et implanter d'une façon à bénéficier des apports solaires et favoriser l'éclairage naturel.
- ✓ On va utiliser des matériaux durables qui ont une grande inertie thermique pour minimiser les déperditions thermiques.
- ✓ Végétations extérieur et vertical, on va les intégrer pour réduire la vitesse de vent et l'eau pour réduire la température ambiante.
- ✓ Utilisation des énergies renouvelables adéquates au contexte.
- ✓ Utilisation des stratégies pour le cas plus défavorable prend en compte les données climatiques du contexte.

IV.5.5. L'environnement immédiat :

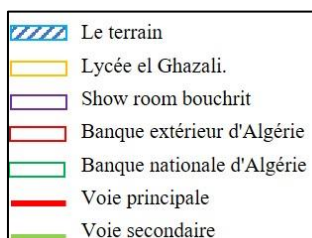


Figure 68: Vue aérienne du site d'intervention. Source : Google Earth\ traité par l'étudiant.



Figure 69: l'environnement immédiat. Source : Auteur.

IV.5.6. Accessibilité et flux :

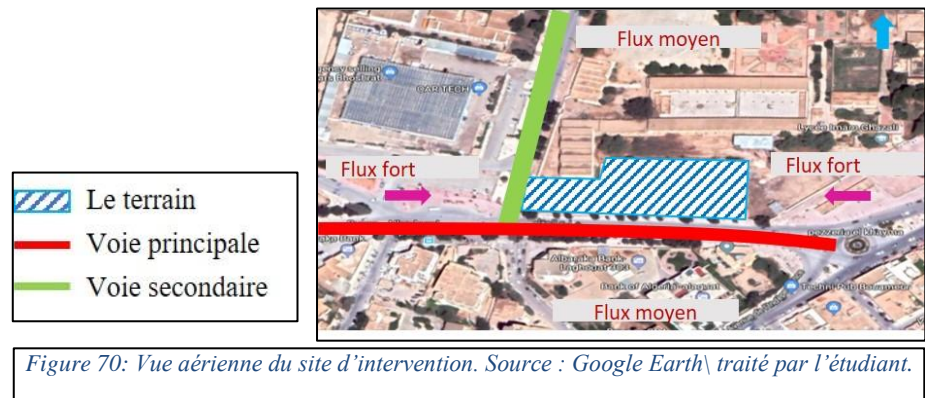


Figure 70: Vue aérienne du site d'intervention. Source : Google Earth \ traité par l'étudiant.

IV.5.7. Topographie de terrain :



Figure 71: La topographie de terrain. Source : google earth.

5.7.1. Dimensions du terrain :

Le terrain est d'une forme presque rectangulaire et d'une surface de : 4245m².

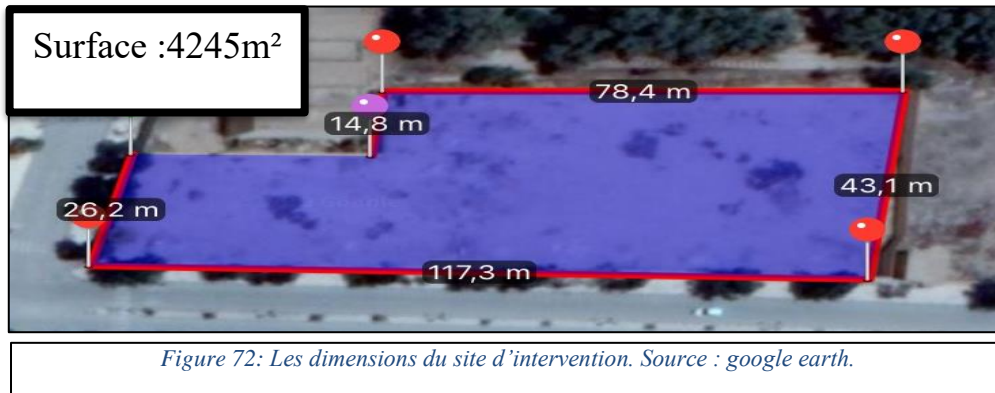


Figure 72: Les dimensions du site d'intervention. Source : google earth.

IV.5.8. Aspect climatique du terrain :

a) Ensoleillement :

Taux d'heures de rayonnement solaire :

- En hiver : 12 h.
- En été : 14 h.

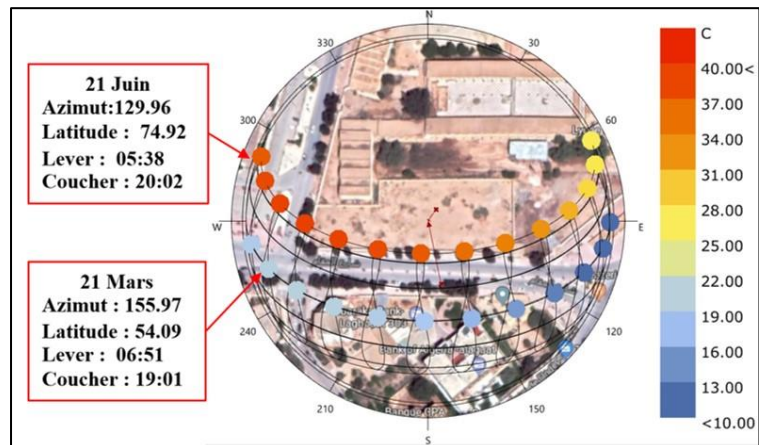


Figure 73: L'ensoleillement du site d'intervention. Source : Google Earth \ Rhinoceros, traité par l'étudiant.

b) Les vents :

Le terrain est dominé par des vents froids au côté nord-ouest et des vents secs et chauds soufflant au sud-ouest.

- le Saharaoui.
- le Bahri.

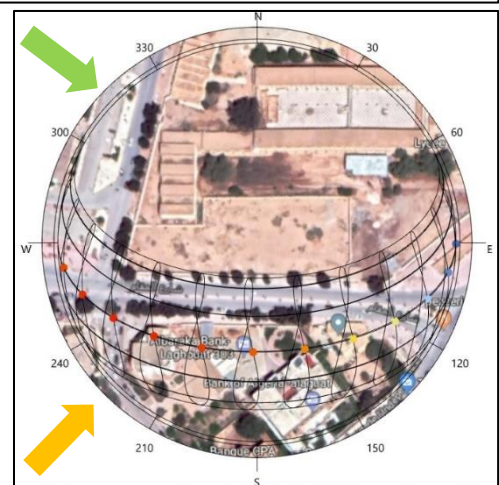


Figure 74: Les type et les directions des vents par rapport le site d'intervention
Source : Google Earth \ traité par l'étudiant

• **SYNTHESE :**



Figure 75: SYNTHESE

IV.6. SYNTHESE DU CHAPITRE :

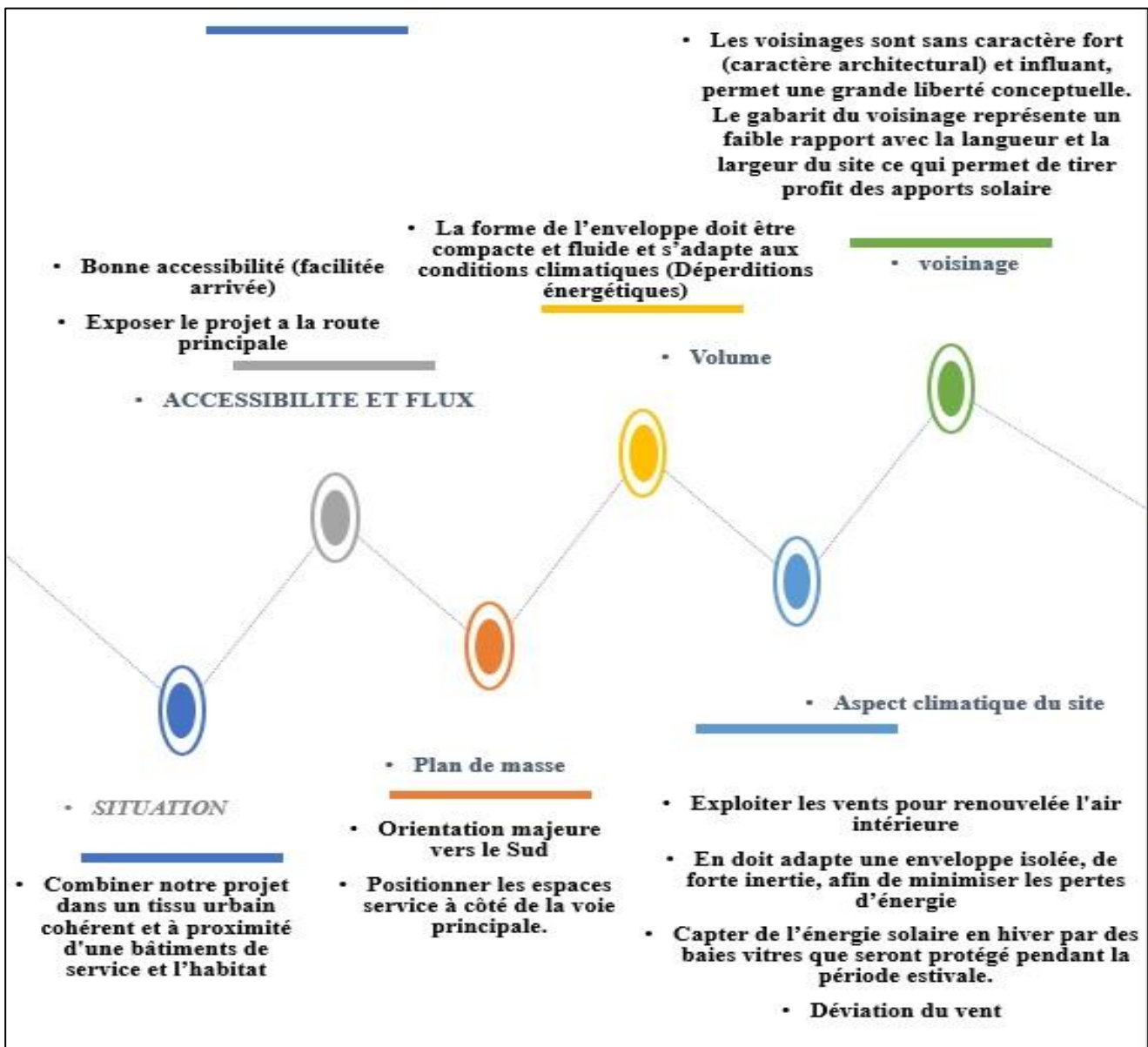


Figure 76:SYNTHESE D'ETUDE CONTEXTUELLE

V. CHAPITRE04 : ETUDE PROGRAMMATIQUE

INTRODUCTION :

« Le programme est un moment en amont du projet, c'est une information obligatoire à travers laquelle l'architecture va pouvoir exister, c'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire »

Pierre von Meiss.

V.1. LES TYPES DES PROGRAMMES :

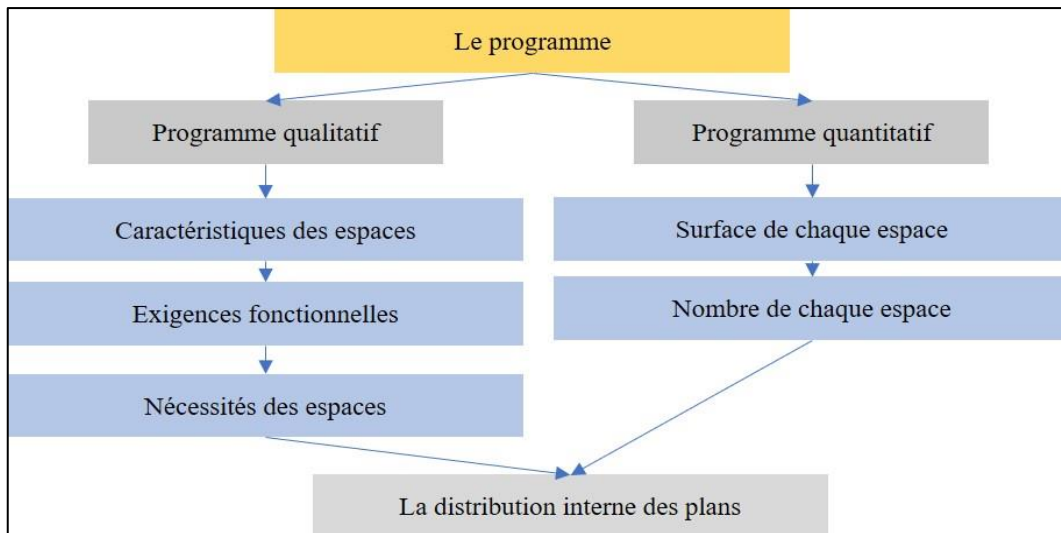


Figure 77: digramme des types de programme.

V.1.1. Programme qualitatif :

1.1.1. Les types des confort Requis :

1.1.1.A. Confort thermique :

Paramètres	Situation	Plage type	Valeur par défaut
Température de fonctionnement [°C]	Période hivernale avec chauffage	19-24	21
	Période estivale avec refroidissement	23-26	26

Tableau 7: confort thermique. Source : norme NBN EN 13779(2007)

Espace	Confort thermique température en (C°)
l'accueil	18-20
Cafeteria	20-22
Entretien	21-26
Bibliothèque	20-22
Administration	21-26

Tableau 6: confort thermique. Source : norme NBN EN 13779(2007).

1.1.1.B. Ventilation :

Espace	Débit d'air M3/h/ per
bureau	25
Salle de réunion	18-30
Cafeteria	22-30
Hall d'accueil	25
auditorium	30
Magasin	30
secrétariat	25
Salle d'exposition	18-25
bibliothèque	18
Archive	18
Salle audiovisuel	22-30

Tableau 8: le Débit d'air pour différentes espace. Source : norme NBN EN 13779(2007).

1.1.1.C. Le confort visuel :

Espace	Confort visuel (éclairage en lux)
Bureau	200
L'accueil	500
Cafeteria	300
Magasin	500
Bibliothèque	300

Tableau 9: Le confort visuel. Source : norme NBN EN 13779(2007).

1.1.1.D. Le confort acoustique :

Type de bâtiment	Type de local	Niveau de pression acoustique en dB(A)	
		Plage type	Valeur par défaut
Lieux publics	auditoriums	30-35	33
	bibliothèques	28-35	30
	couloirs	35-50	40
	grandes salles d'ordinateurs	40-60	50
	petites salles d'ordinateurs	40-50	45
Bureaux	petits bureaux	30-40	35
	salles de conférence	30-40	35
	bureaux paysagés	35-45	40
	bureaux compartimentés (cabines)	35-45	40
Restauration	cafétéria	35-50	40
	cuisines	40-60	55
Général	toilettes	40-50	45
	vestiaires	40-50	45

Tableau 10: : le niveau de pression acoustique. Source : norme NBN EN 13779(2007)

V.1.2. Programme quantitatif :

1.2.1. Organisation des fonctions :

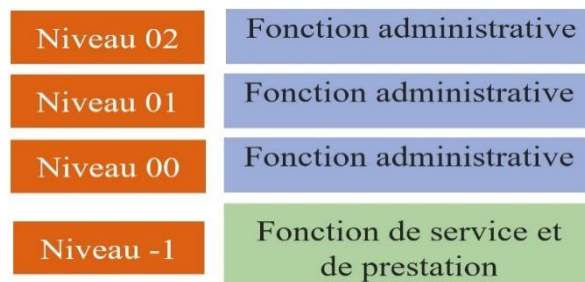


Figure 78: diagramme des fonctions du projet.

1.2.2. Le Programme :

Niveau	Fonction	Nom	Surface (m²)
Niveau -01			
	Locaux Technique		
		Circulation	208
		locale de stockage	44
		Zone de gaz	40
		zone d'électricité	41
		zone de l'HVAC	104
		zone d'eau potable et eau sanitaire	69
		centre d'informatique	65
	Prestation		
		Circulation	322
		Agence de conseil juridique	128
		Agence d'assurance	71
		Agence immobilière	89
		Agence	86
		Agence de voyage	168
		Agence	94
		Agence de	172
		poste police et orientation	12
		poste police et orientation 02	20
		locale de stockage 02	30
		WC F	22
		WC. H	23
	Totale		1808
Niveau 00		Hall d'accueil	232
		Caisse	18
		Salle de contrôle médicale	15
		Salle des dossiers (recouvrement)	22
		Salle des dossiers (prestations)	24
		bureau médecin	15
		kitchenette	27
		Salle de conférence	159
		Guichets de recouvrement	55
		Guichets de prestation	55
		WC. F	9
		WC. H	9
	Totale		640
Niveau 01		Bureau décès et maternité	17
		Salle des dossiers	22
		Bureau Retraite 02	20
		Bureau Retraite 01	35
		Bureau décès et maternité	22

CHAPITRE 04 : ETUDE PROGRAMMATIQUE

		Guichet de carte chiffa	23
		Bureau 01	24
		Bureau 02	25
		Bureau 03	22
		Jardin suspendu	40
		B aménagement 01	30
		B aménagement 02	34
		Archive Recouvrement	54.5
		Archives Prestations	57
		B aménagement 02	29
		Circulation	269
		WC. F	10
		WC. H	11
	Totale		744.5
Niveau 02		Bureau directeur	37
		Salle de réunion	76
		Bureau personnel	24.5
		Bureau adjoint	29
		Control adhérent	24
		Cellule décante	25
		Cotisant	74.5
		Secrétariat	18
		Moyen généraux	28
		Moyens Généraux	31
		Local tirage	19
		Kitchenette + espace de repos	49
		Circulation horizontale	202
		WC. H	10
		WC. F	11
		WC	3
		SDB	8
	Totale		669
TOTAL Général			3861.5

Tableau 11: Le programme quantitatif.

V.2. SYNTHÈSE DU CHAPITRE :

- Le programme c'est le point d'articulation entre l'étude thématique, analytique et contextuelle, ainsi qu'il est la base de tout projet architectural de fait qu'il trace l'aspect quantitatif et qualitatif. Donc ce programme élaboré pour notre siège du CASNOS va être traduit par une conception architecturale dans le chapitre suivant.

VI. CHAPITRE 05 : ETUDE CONCEPTUELLE

INTRODUCTION :

La conception architecturale est le produit de la conclusion obtenue à travers les phases précédentes. La conception contemporaine vise à créer une harmonie entre la forme, la fonction, l'espace, l'esthétique, la structure et l'environnement.

Cette étape comprend deux phases :

La démarche conceptuelle et La genèse du projet.

VI.1. DEMARCHE CONCEPTUELLE :

VI.1.1. Présentation :

On va présenter dans cette phase en premier lieu, les principes et les concepts sur lesquels va se baser la conception du projet ; prenant en compte à la fois les éléments du programme de base et les principes directeurs liés aux aspects fonctionnels et le rapport du projet avec son environnement. Et en second lieu, les différentes étapes de la formalisation du projet, avec une description générale de celui-ci.

VI.1.2. Principes et concepts :

1.2.1. Concepts liés à l'architecture (thème) :

Enveloppe compacte : Pour minimiser les déperditions énergétiques et protéger contre les vents.

La fluidité : nous cherchons à conduire le promeneur de manière fluide, en ménageant continuité, vues lointaines, transparences, en organisant le parcours, sans donner le sentiment de franchir un seuil.

La lisibilité : est la qualité qui rend un espace compréhensible. Elle se fait à deux niveaux : la lisibilité de la forme et de l'utilisation (apprécier le lieu du point de vue esthétique ou de part sa pratique spatiale).

La transparence : la transparence apparaît comme le moyen de dépasser la dualité intérieur/extérieur. Cette dématérialisation de la façade au profit d'une architecture « ouverte ».

Notion d'appel : Le projet doit être un élément d'appel qui invite les gens à le visiter à travers un traitement exceptionnel, ou une forme qui sort de l'ordinaire.

Notion de repère : Le projet doit être un élément de repère afin que les gens puissent se repérer par rapport à ce dernier que ce soit par sa forme, sa morphologie, son gabarit ou sa position dans la ville.

Symbolisme : Le projet par sa morphologie et sa forme doit être un élément symbolique exprimant une idée philosophique et un message que l'architecte doit faire passer à la population.

Dynamisme : Le projet doit avoir une forme dynamique et futuriste qui s'inscrit dans son temps. Cette forme doit exprimer l'évolution permanente du monde économique qui nous entoure et du développement économique qui est en croissance accrue.

(ARCHITECTES, 2015)

1.2.2. Concepts liés au programme :

La fonctionnalité et la continuité de l'espace : notre interprétation du programme prend en compte les spécificités de chaque espace-fonction mais les inscrit dans un milieu qui les intègre.

Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes fonctions seront disposées en fonction de leur relation et leur caractéristique pour obtenir une continuité et une complémentarité.

La hiérarchisation : une hiérarchisation ou la disposition des espaces nous permet de distinguer les fonctions primaires et secondaires.

La perméabilité (physique et visuelle) : un processus selon lequel un espace doit être ouvert aux passagers pour passer d'un point à un autre, à travers plusieurs accès définis et visibles.
 La variété : une fois que le lieu est perméable, il faut qu'il soit varié. Quand on a une diversité d'activités, ceci nous assure l'animation du lieu, cette dernière implique la variété des formes ce qui mène à la signification diverse faite par des usagers divers.
 Une variété d'expérience sous-entend une variété des formes d'activité et de signification.
 La polyvalence : la capacité d'un espace à accueillir plusieurs activités. Elle vise la rentabilité et offre un éventail d'utilisation (flexibilité spatiale à l'intérieur du projet). (ARCHITECTES, 2015).

1.2.3. Les concepts liés à la durabilité :

La protection des personnes contre les facteurs climatiques est le rôle principal du bâtiment. Un bâtiment adapté au climat crée un climat intérieur plus confortable que les conditions extérieures, en fonction de ses propriétés physiques, et ceci pour économiser des coûts énergétiques et des installations spéciales coûteuses.

L'orientation :	<ul style="list-style-type: none"> • selon l'axe climatique Est-Ouest pour profiter de la grande façade orientée sud.
La compacité :	<ul style="list-style-type: none"> • Une forme compacte pour minimiser les déperditions énergétiques.
La végétation :	<ul style="list-style-type: none"> • La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l'ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été.
Traitement des façades :	<ul style="list-style-type: none"> • Outre leurs qualités esthétiques, garantissent aussi une protection thermique et assure la durabilité et la résistance de l'ouvrage.
La protection des ouvrants :	<ul style="list-style-type: none"> • Par des éléments architectoniques (L'encorbellement).
L'atrium	<ul style="list-style-type: none"> • un système passif pour assurer l'éclairage naturel et le confort visuel et thermique à l'intérieur des espaces et pour la ventilation naturelle.
Le choix des matériaux :	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation de matériaux locaux durables (revêtements de sols, murs)

Figure 79: Les concepts liés à la durabilité.
 Source : Auteur.

VI.2. LA GENESE DE PROJET :

VI.2.1. Idées d'inspiration : La solidarité

- La solidarité représente une valeur éthique offerte par la Casnos à ses abonnés.

Les abonnées se divisent en deux catégories :

- Une classe contribuable qui paie des contributions, ce qui contribue au financement des services fournis par la Casnos à ses affiliés, dont le plus important est de paiement des parrainages de l'autre catégorie des retraités ce qui leur permet de remplir leurs différentes obligations.

De là est venue l'idée du projet : ont comparé la relation entre les deux classes du Casnos à l'effet du moteur ou un engrenage tourne plusieurs autres engrenages qui est connu comme l'effet d'entraînement.

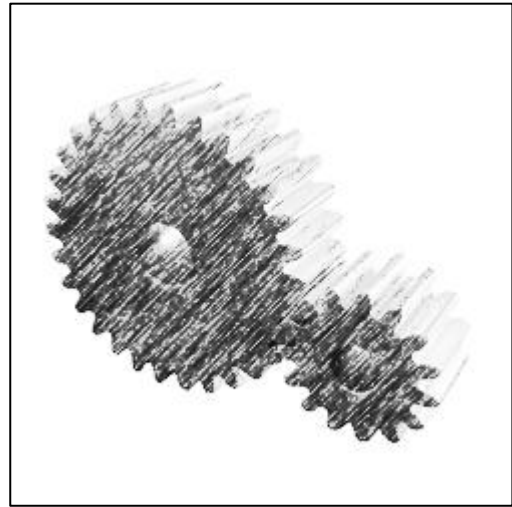


Figure 80: l'effet du moteur.
Source : Auteur.

VI.2.2. Matérialisation des idées :

2.2.1. Rappel des données de site :

- Le terrain se situe au centre de la ville de Laghouat dans une zone à caractère de service.

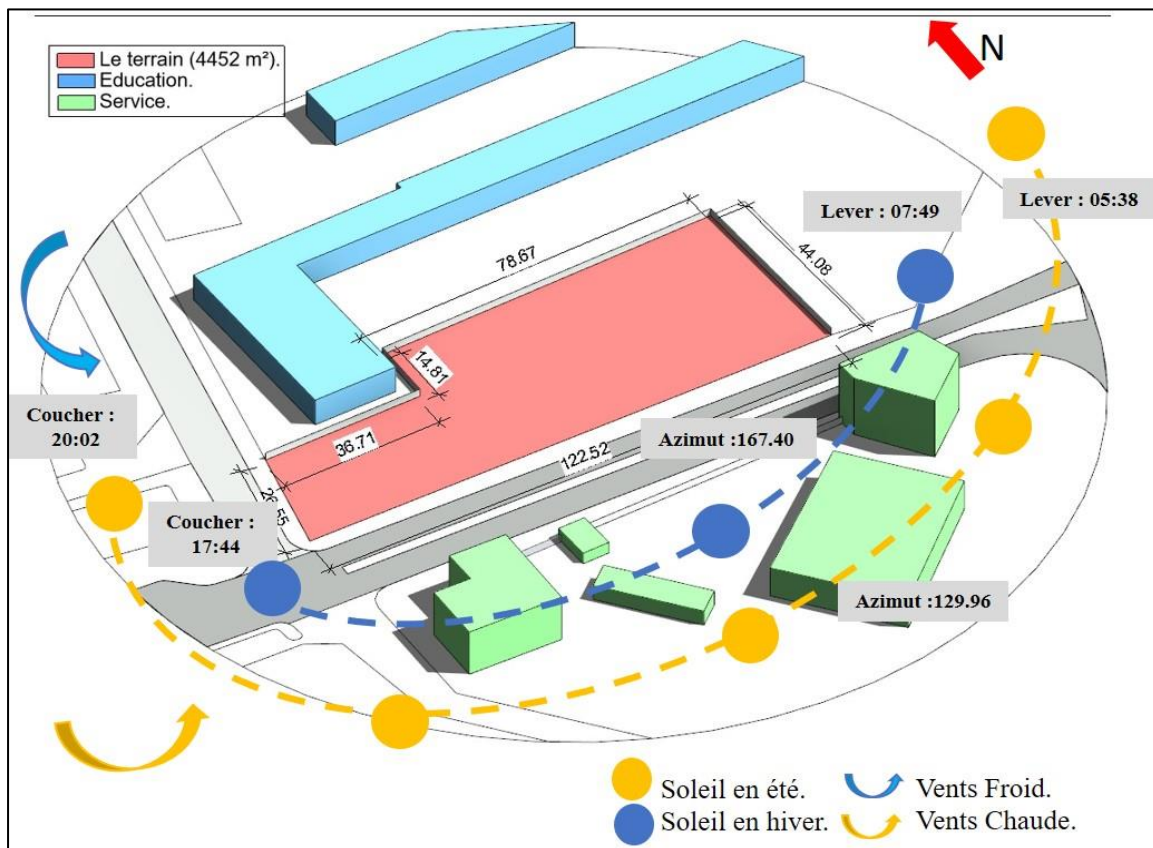


Figure 81: Présentation du site. Source : Auteur.

2.2.2. Etape 01 : la concrétisation des axes structurants :

- Dans notre cas, l'axe de perception du projet est à la fois l'axe climatique, en plus, il constitue un axe de vision fort : c'est un axe majeur à partir duquel nous obtiendrons une vision globale de l'équipement
- L'implantation du bâti en front pour atteindre l'alignement avec le tracé urbain.

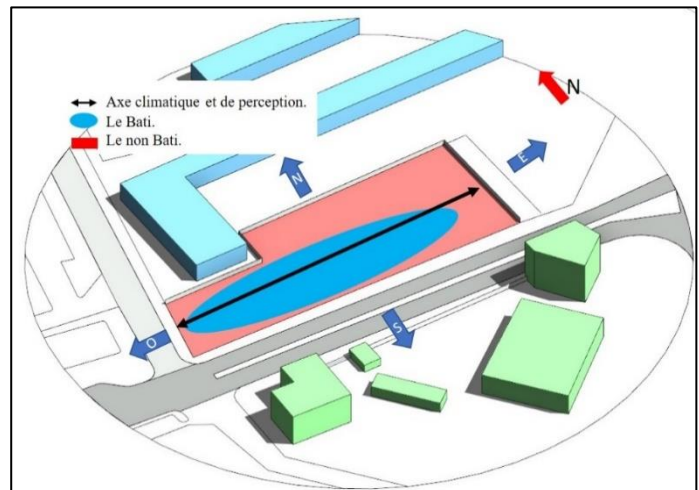


Figure 82: les axes structurants de site
Source : Auteur.

2.2.3. Etape 02 : Le Choix des accès , hiérarchisation et parcours :

- ▶ Accès principale piétonne : va se situer sur l'axe principal pour qu'il soit visible.
- ▶ Accès secondaire piétonne : fonction de prestation.
- ▶ Accès secondaire piétonne (privé) : pour les personnelles.
- ▶ Accès de service (mécanique) : pour le véhicule d'argent blindé et les locaux techniques

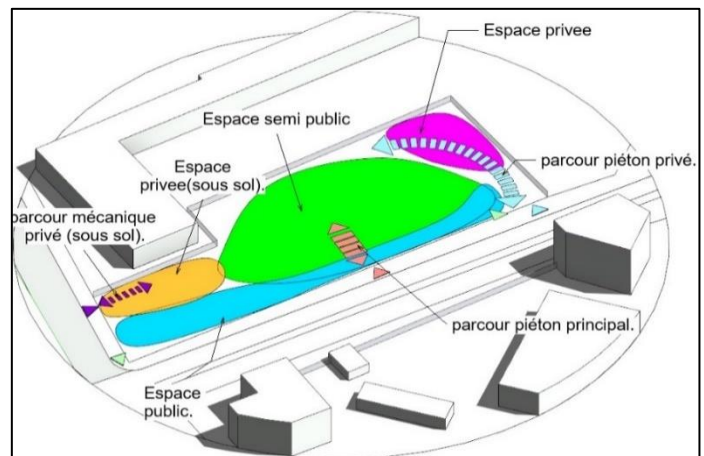


Figure 83: Le Choix des accès hiérarchisation et parcours.
Source : Auteur.

2.2.4. Etape 03 : Le Zoning

La répartition des entités sur le terrain du projet.

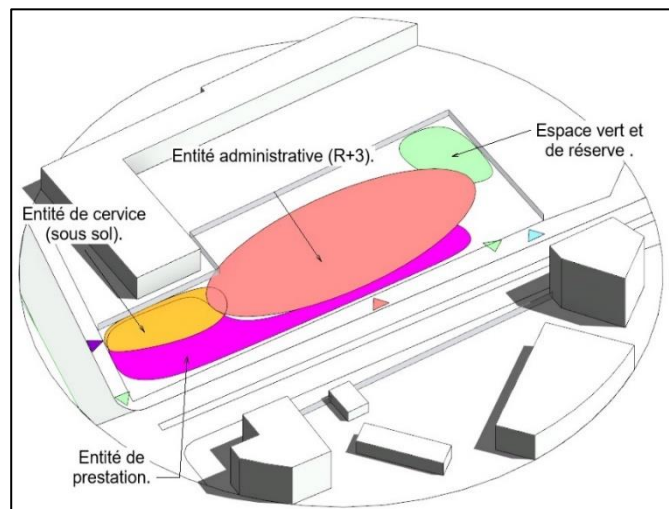


Figure 84: Le Zoning.
Source : Auteur.

2.2.5. Etape 04 : l'idée de base :

La représentant des deux classes de la Casnos avec deux engrenages.

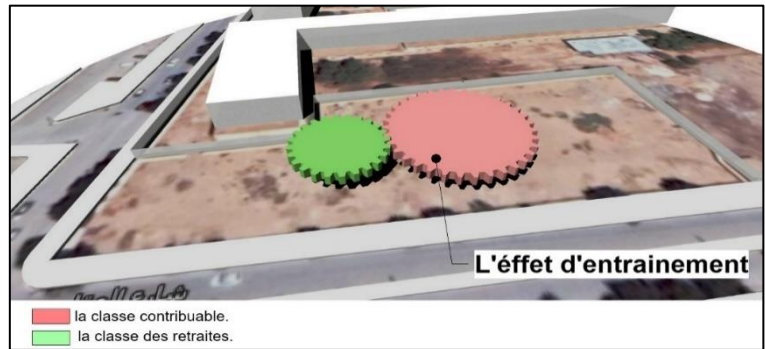


Figure 85: L'idée de base.
Source : Auteur.

2.2.6. Etape 05 : formalisation de l'idée :

- L'implantation de volume de base par rapport à l'axe climatique (Est-Ouest).
- Deux cylindres expriment les 2 engrenages.

- un socle comme un support joue un rôle physique et moral pour les 2 engrenages.

semi enterré pour économiser la surface foncière et profité de la température de la terre.

- Atteindre l'alignement avec le tracé urbain.

- Valeur de prestation pour l'animation urbaine.

- Toiture végétalisée pour l'humidification de l'air, la filtration des vents.

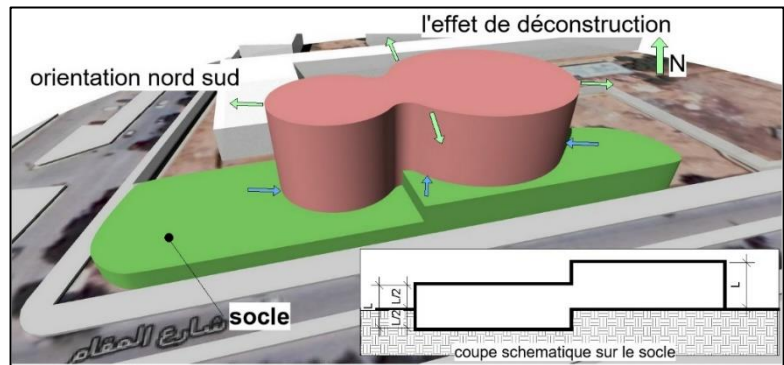


Figure 86: Formalisation d'idée.
Source : Auteur.

2.2.7. Etape 06 :

-Paroi inclinée pour minimiser la pénétration des rayons solaires directs et créer de l'ombre.

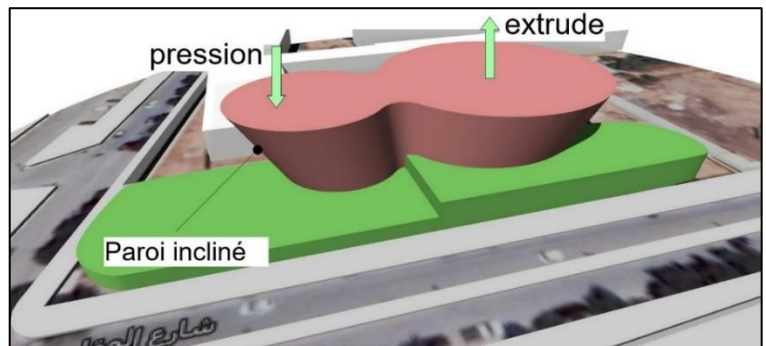


Figure 87: l'inclinaison des parois. Source : Auteur.

2.2.8. Etape 07 :

- Toiture incliné pour la déviation des vents et le dégagement de la chaleur.
- La nature du projet nécessite un grand contact avec l'environnement extérieur (transparence), donc les surfaces transparentes restent soumises à des facteurs externes, nous avons donc ajouté un traitement dynamique et translucide, en hiver les atriums sont couverts (la surface vitrée) et sont bien éclairés (les panneaux de protection dynamiques sont ouverts, c'est la solution pour le confort visuel et thermique), et en été l'inverse se produit.
- les panneaux de protection dynamiques des façades sont des panneaux photovoltaïques translucides.
- Forme fluide et compacte.

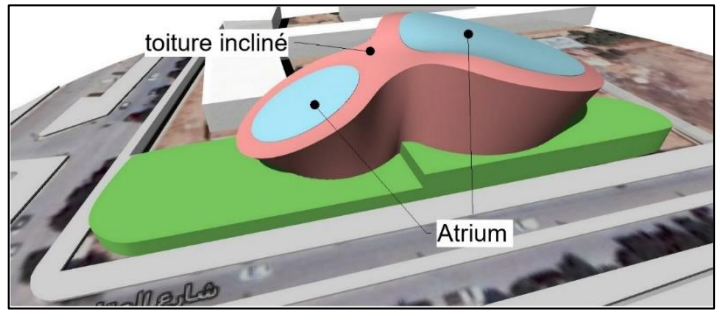


Figure 88: la forme du projet. Source : Auteur.

2.2.9. Etape 08 :

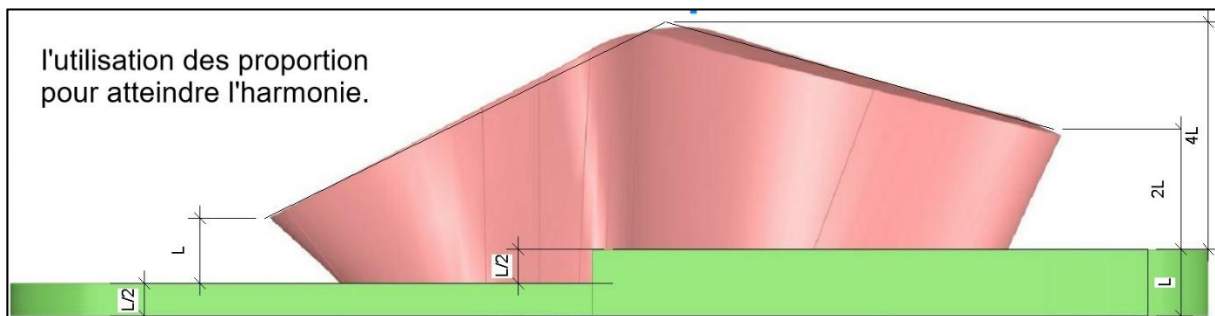


Figure 89: les proportions utiliser. Source : Auteur.

VI.2.3. Conception des espaces extérieurs (non-bâti) :

- En raison de la superficie du site 4452m² (Assez petit), en plus de la disponibilité d'un parking public à côté du projet, et la réduction des surfaces métallique, Il n'y a pas de parking pour le projet.
- En raison de l'obligation d'atteindre l'alignement avec le tracé urbain Les espaces verts seront du côté nord, Donc des arbres à feuilles persistantes ont été plantés pour la création du rafraîchissement et briser les vents.
- Pour surmonter l'inconvénient de l'Incapacité à placer des espaces verts sur les côtés sud et ouest, des plantes

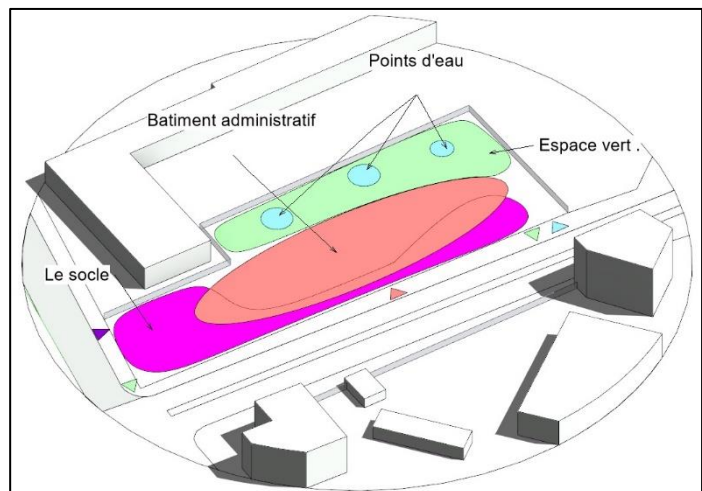


Figure 90: Esquisse du plan de masse. Source : Auteur.

grimpantes à feuilles caduques sur la brise soleil du socle était utilisé, pour créer l'ombre et filtrer les vents de sable ainsi pour permettent les pénétrations des rayons solaires en hiver.

VI.2.4. Plan de masse :

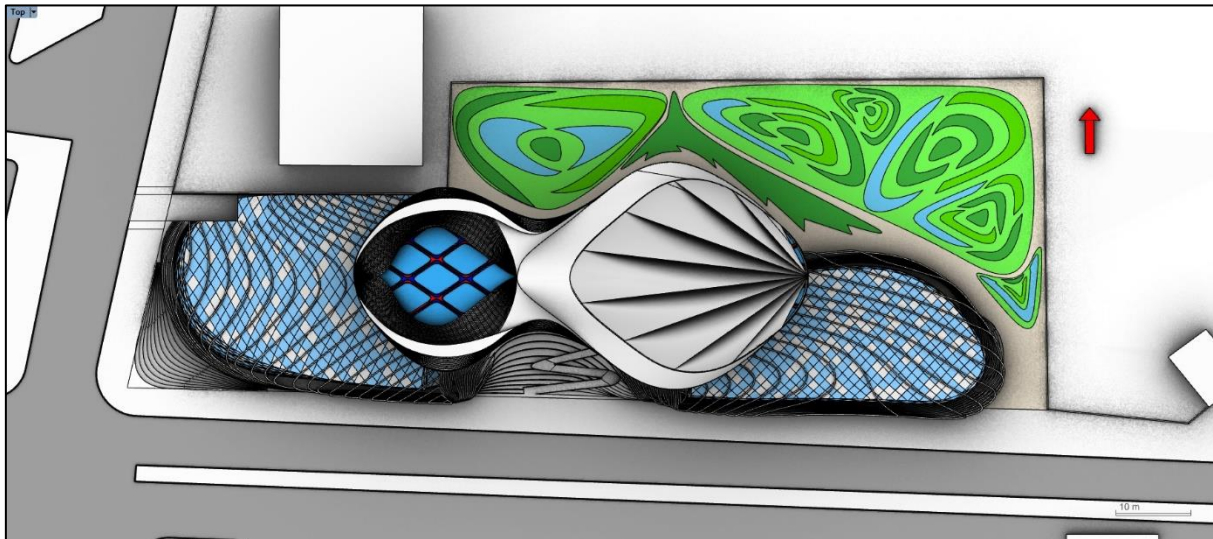


Figure 91: Le plan de masse. Source : Auteur.

Le bâtiment, conçu dans une forme fluide et compacte, est placé au sud du terrain pour atteindre l'alignement avec le tracé urbain.

L'emplacement et la direction du bâtiment permettent d'accéder au projet par les différents chemins qui l'entourent ; Il est desservi par deux routes mécaniques.

En ce qui concerne le stationnement, nous avons un parking public du côté ouest du terrain du projet.

La conception des passages piétons et des espaces verts traduit la démarche environnementale du projet sous ses différents aspects :

Au nord : Des arbres à feuilles persistantes pour briser les vents froids en hiver et plans d'eau pour humidifier l'air chaud en été.

Au sud : Des plantes grimpantes à feuilles caduques pour créer de l'ombre et filtrer le vent de sable pour permettent les pénétrations des rayons solaire en hiver.

VI.2.5. Les façades :

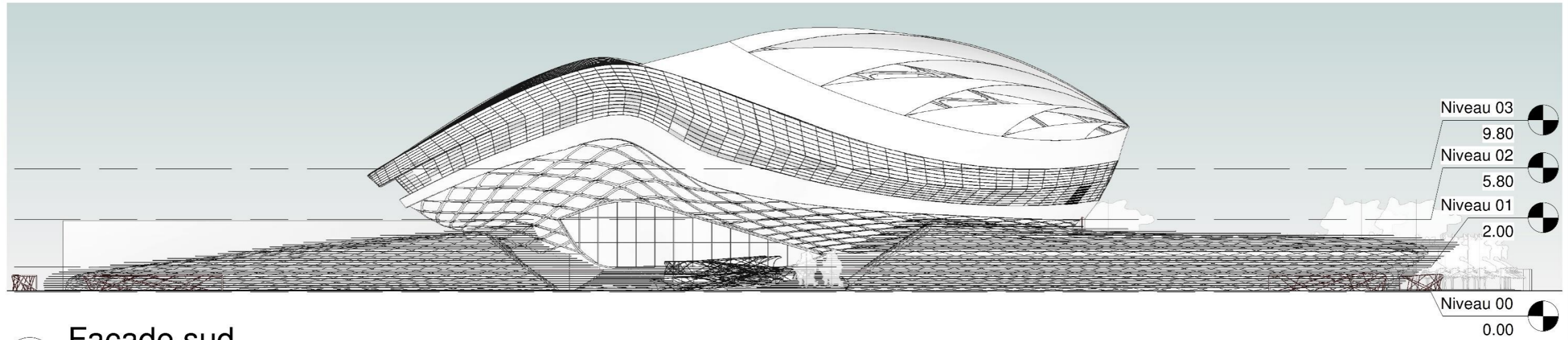
2.5.1. Le choix du type de façade et ses composants :

Afin de répondre aux niveaux requis pour une performance énergétique et un confort efficace, le choix des systèmes et des composants de façade est une étape critique dans la conception du bâtiment.

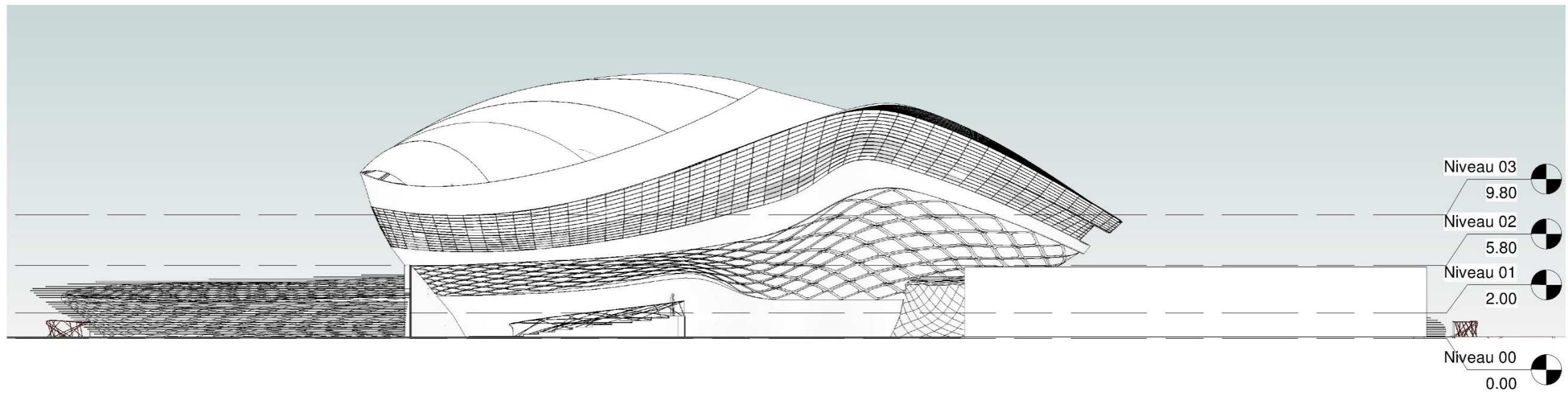
La nouvelle réglementation thermique vise à améliorer la performance énergétique des bâtiments en réduisant l'utilisation de la climatisation et en maîtrisant la demande d'électricité.

Il faut désormais pouvoir anticiper et mesurer à long terme la consommation d'énergie nécessaire au bon fonctionnement du bâtiment. Ainsi, un équipement de gestion d'interface intelligente est devenu nécessaire.

Remarque : Dans notre projet, nous avons choisi la façade cinétique.



2 Facade sud
1 : 300



1 Facade Nord
1 : 300

Figure 92: Façade nord et Façade sud.

Conception d'un siège de
Casinos durable a Laghouat

Élévations du bâtiment 01

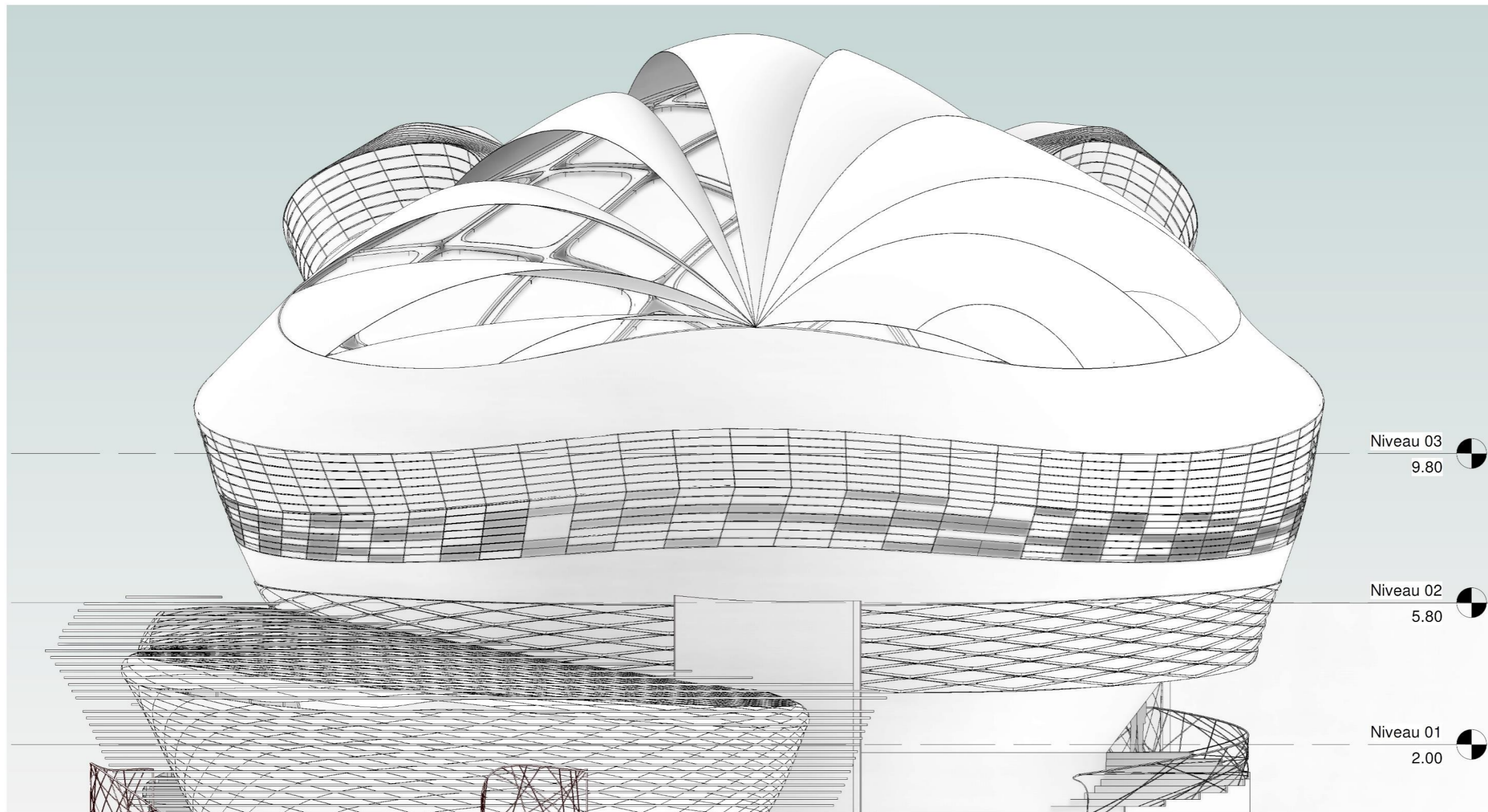
Conçu par : B.Abelbasset

09

Vérifié par : M.MAHMOUD

Échelle

1 : 300



1 Facade east
1 : 100

Figure 93: Façade est.

Conception d'un siège de
Casinos durable a Laghouat

Élévations du bâtiment 02

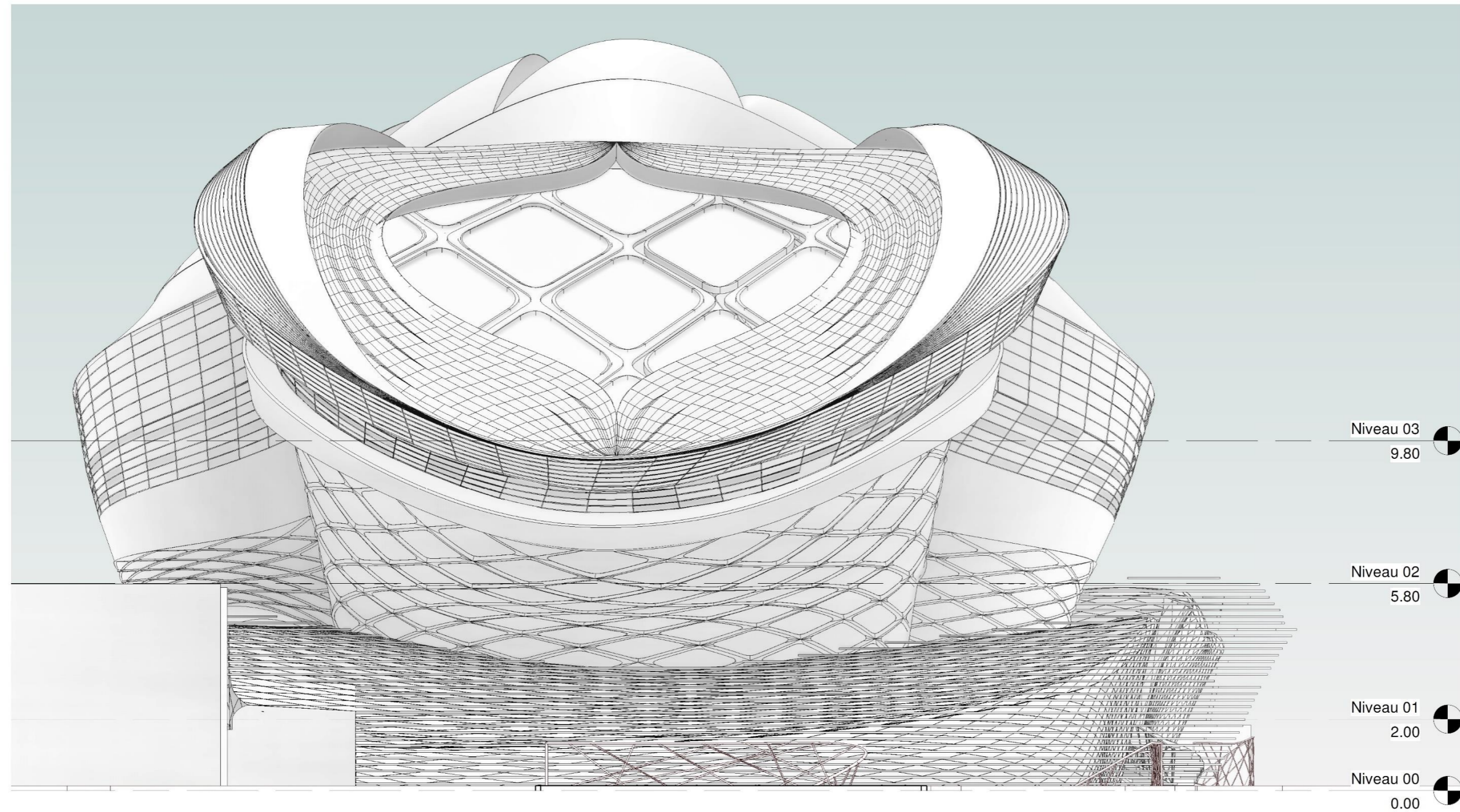
Conçu par : B. Abdelbasset

11

Vérifié par : M. MAHMOUD

Échelle

1 : 100



1 **Facade ouest**
1 : 100

Figure 94: Façade ouest.

Conception d'un siège de
Casinos durable a Laghouat

Élévations du bâtiment 03

Conçu par : B.Abdelbasset

12

Vérifié par : M.MAHMOUD

Échelle

1 : 100

2.5.2. Lecture des façades :

2.5.2.A. La façade principale :

Orienté plein sud, caractérisé par son traitement dynamique, et comprend l'entrée principale et une entrée secondaire de la salle de conférence.

- L'entrée principale est caractérisée par une cavité dans le volume principale pour marquer l'entrée et animer la volumétrie et fournir une protection contre le soleil.
- Il s'agit de la façade la plus importante du projet, nous avons donc utilisé des traitements dynamiques et des traitements statiques :

Gestion des apports thermiques par l'isolation dynamique et statique : pour obtenir un meilleur équilibre des échanges thermiques et réduire la consommation énergétique de climatisation et de chauffage.

Gestion de la lumière naturelle : pour mieux contrôler la lumière naturelle et améliorer le confort visuel.

Ventilation naturelle : pour créer un environnement de travail plus agréable, sain et productif.

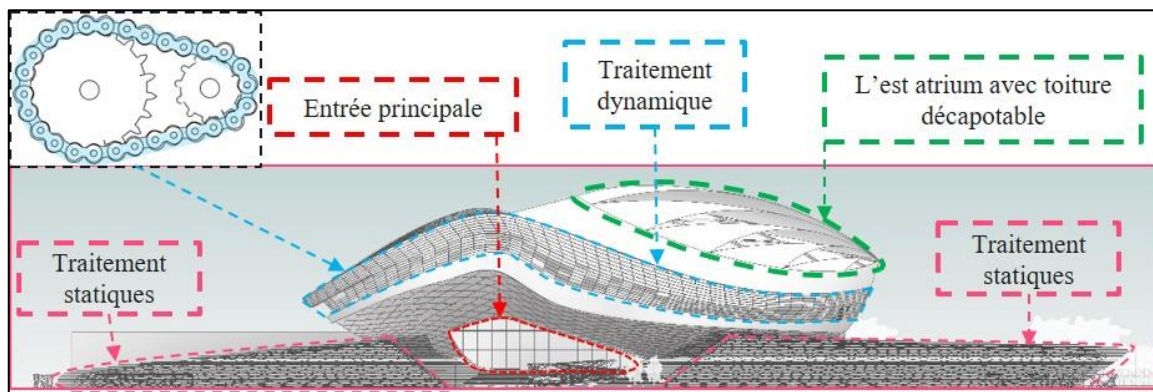


Figure 95: Façade sud du projet. Source : Auteur.

2.5.2.B. Façade ouest :

- Cette façade est marquée par la continuité du traitement intelligent et statique et des encorbellements.
- L'ouest atrium avec un toiture décapotable (pour le confort Visual et thermique) est clairement visible.
- Abrite deux entrées : la première pour le socle (fonction de prestation au Niveau -01), accessible à partir d'un escalier, et la marque par un traitement qui matérialise la continuité les éléments de traitement de la façade et pour animer la volumétrie et assurer la protection

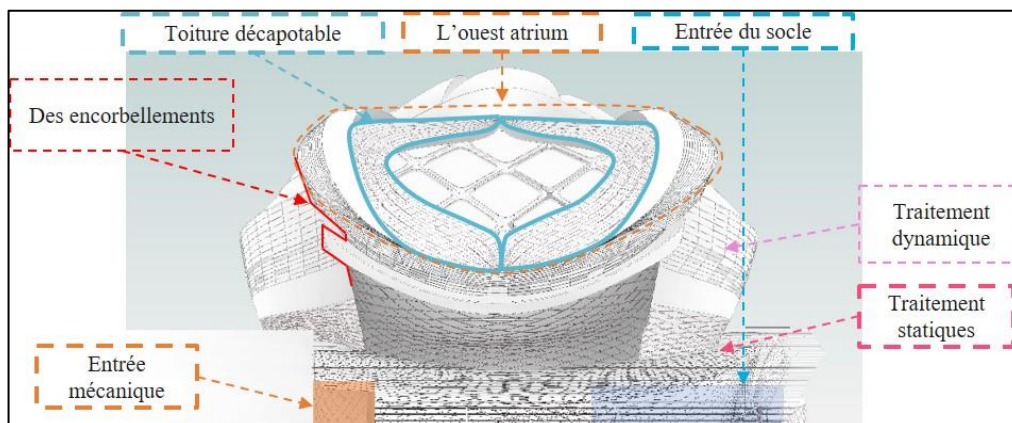


Figure 96: Façade ouest du projet. Source : Auteur.

solaire, et la deuxième entrée (mécanique) pour les locaux techniques accessible à travers une rampe vers le Niveau -01.

- L'utilisation des ouvertures en verre multifonction afin de Contrôle solaire, isolation acoustique et thermique, production d'énergie et pour rendre la façade active.

2.5.2.C. Façade Est :

- la continuation de la façade cinétique.
- Utilisation L'éclairage naturelle zénithal (l'est atrium).
- Abrite une entrée pour le socle, accessible à partir d'un escalier, et marque par un traitement qui matérialise la continuité les éléments de traitement de la façade et pour la protection solaire.

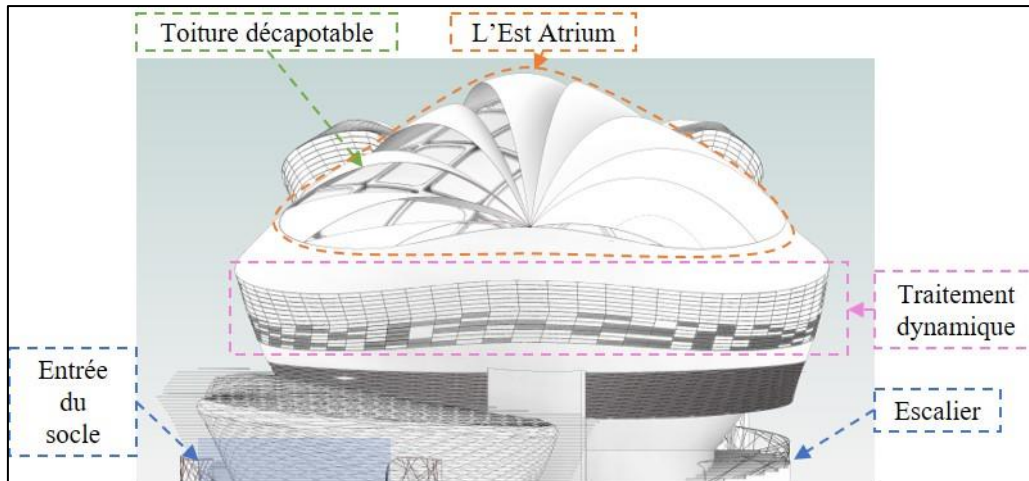


Figure 97: Façade est du projet. Source : Auteur.

2.5.2.D. Façade nord :

La façade la moins importante du projet.

- caractérise par son traitement dynamique.
- abrite l'accès secondaire pour les personnels, accessible à partir d'un escalier, et la marque par une cavité dans le volume principale.

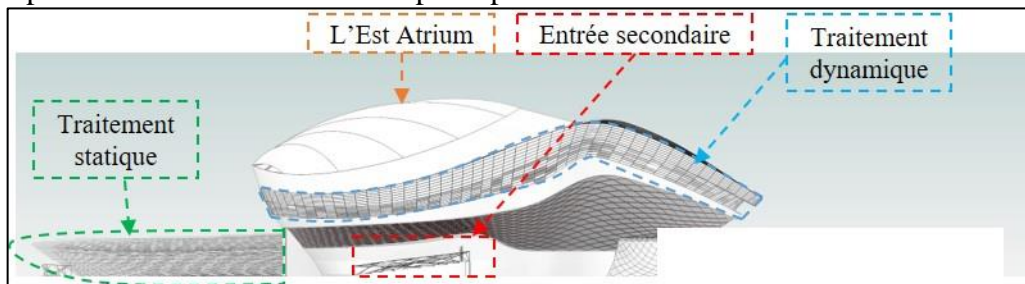


Figure 98: Façade nord du projet. Source : Auteur.

remarque : toutes les ouvertures en verre intelligent (Sage Glass) multifonction afin de Contrôle solaire, isolation acoustique.

Ce vitrage dynamique protège de la chaleur inconfortable et de l'éblouissement tout en optimisant la quantité de lumière naturelle entrant dans un bâtiment, sans compromettre la vision vers l'extérieur.

2.5.2.E. Toiture :

l'utilisation de la toiture mobile pour les deux atriums, Équipé de capteurs pour contrôler le pourcentage d'ouverture et de fermeture, cela contribue à fournir un confort thermique et visuel.

2.5.2.F. l'est atrium :

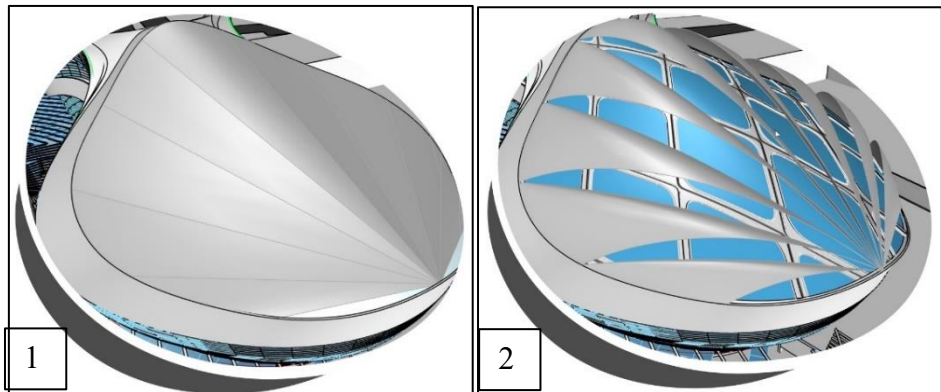


Figure 99: 1- vue sur l'atrium en cas de fermeture, 2- vue sur l'atrium en cas d'ouverture, Source : Auteur.

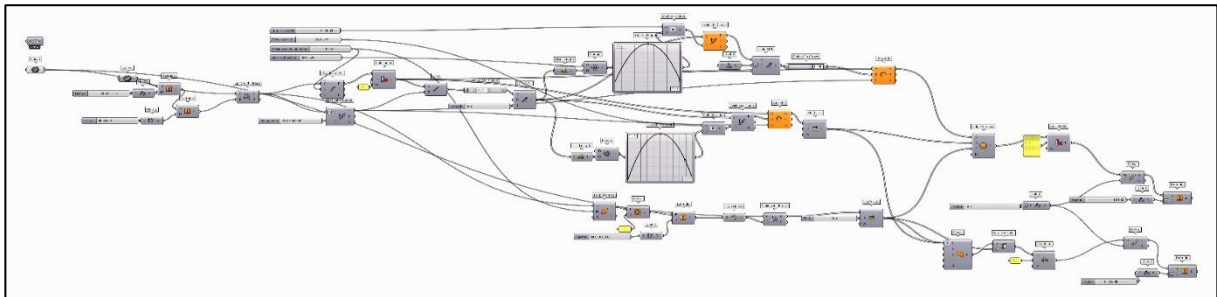


Figure 100: la définition de la forme en rhino-Grasshopper. Source : Auteur.

2.5.2.G. l'ouest atrium :

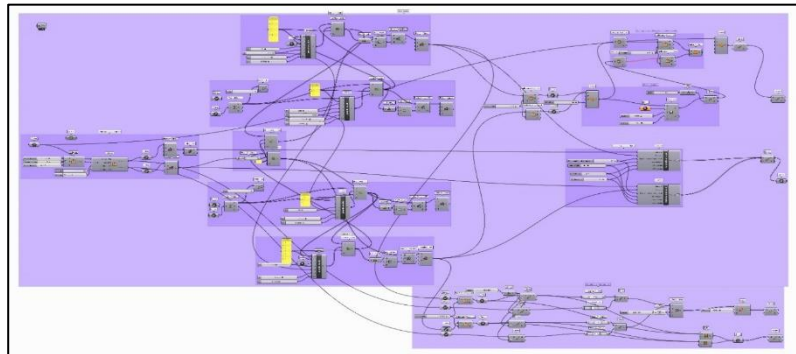


Figure 101: la définition de la forme en rhino-Grasshopper. Source : Auteur.

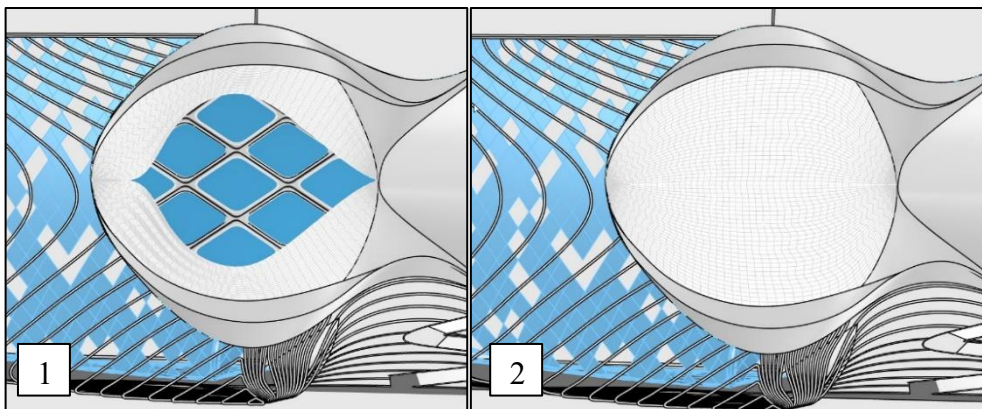
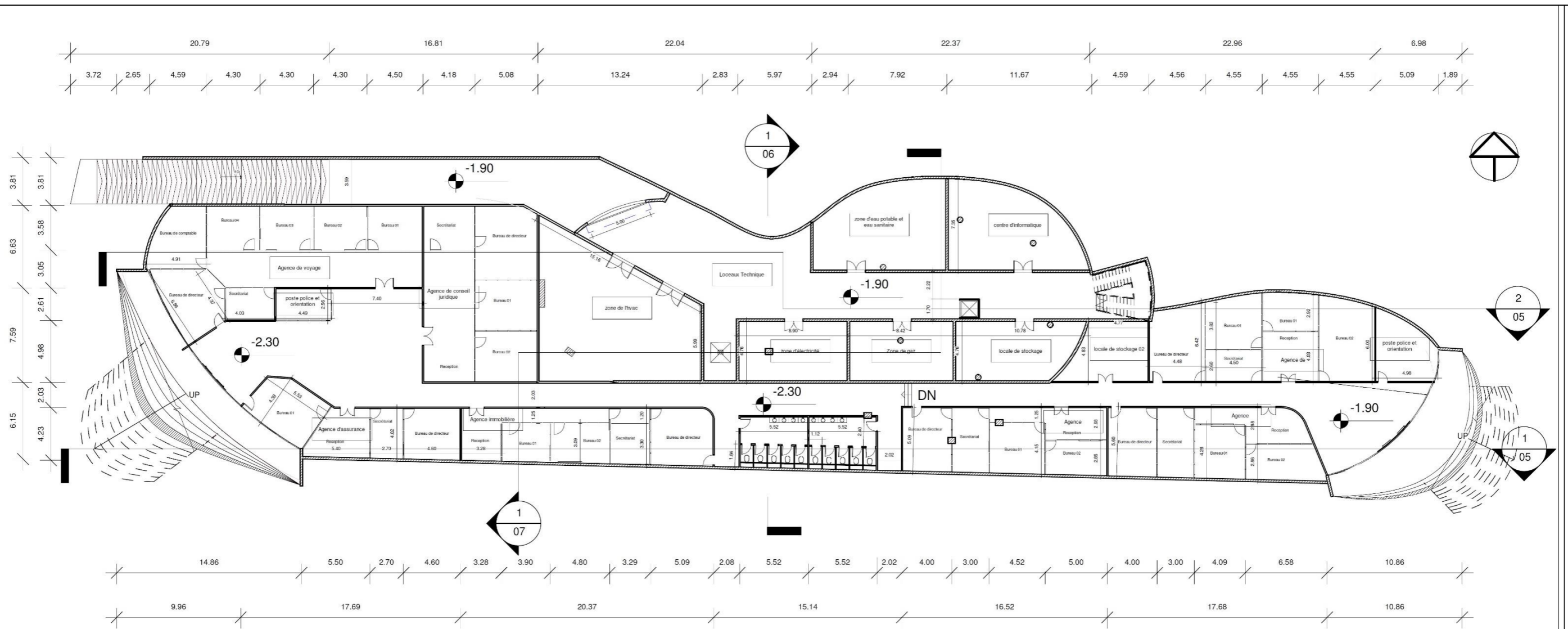


Figure 102: 1- vue sur l'atrium en cas d'ouverture, 2- vue sur l'atrium en cas de fermeture. Source : Auteur.

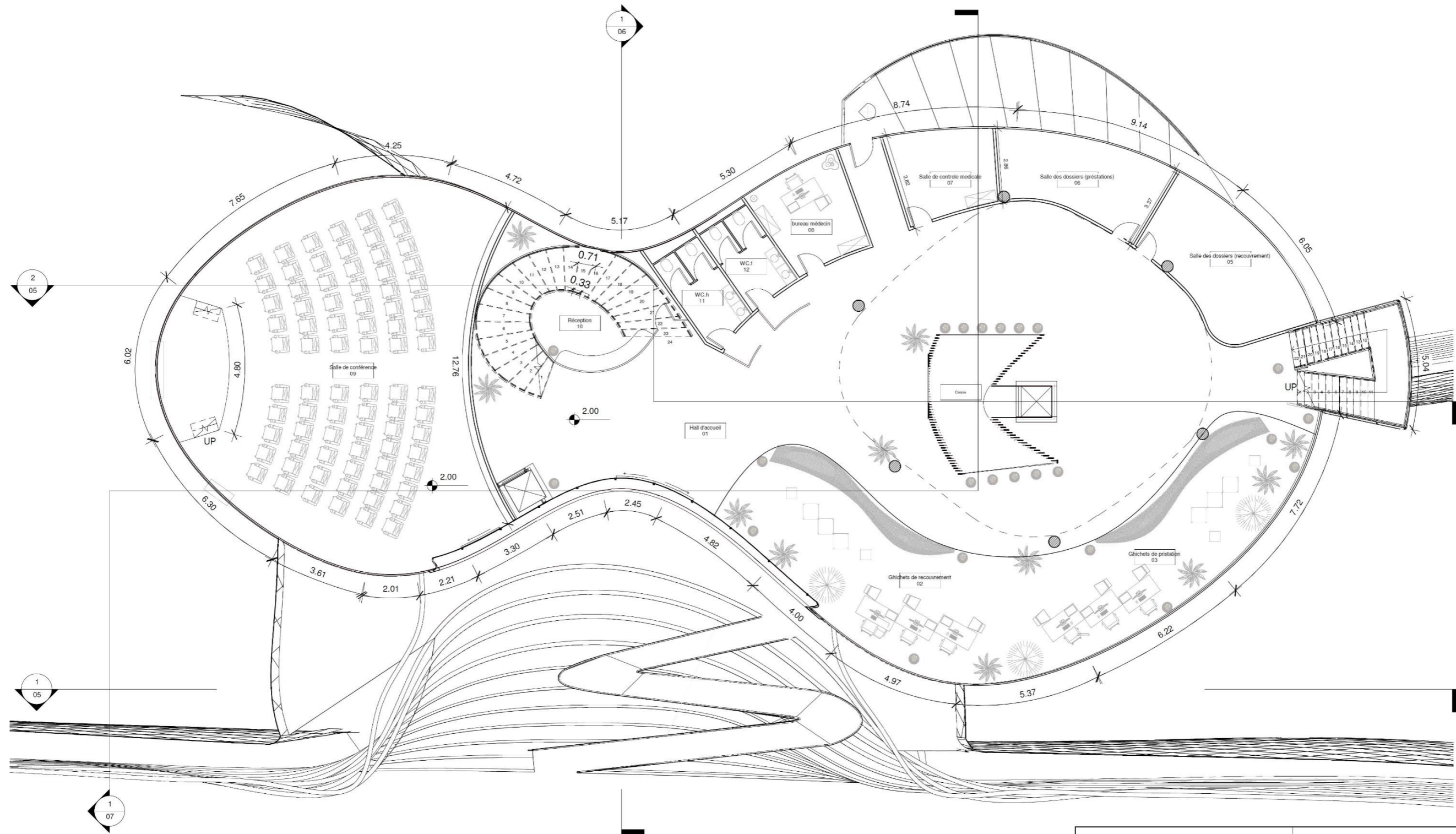
VI.2.6. Les plans :



1 Niveau -01
1 : 300

Figure 103: le plan du Niveau -01.

Conception d'un siège de Casnos durable a Laghouat		Plan de construction 01	
		Conçu par : B.Abdelbasset	01
Vérifié par : M.MAHMOUD		Échelle	1 : 300



1 Niveau 01
1 : 100

Conception d'un siège de
Casinos durable a
Laghouat

Plan de construction 02

Conçu par : B.Abdelbasset

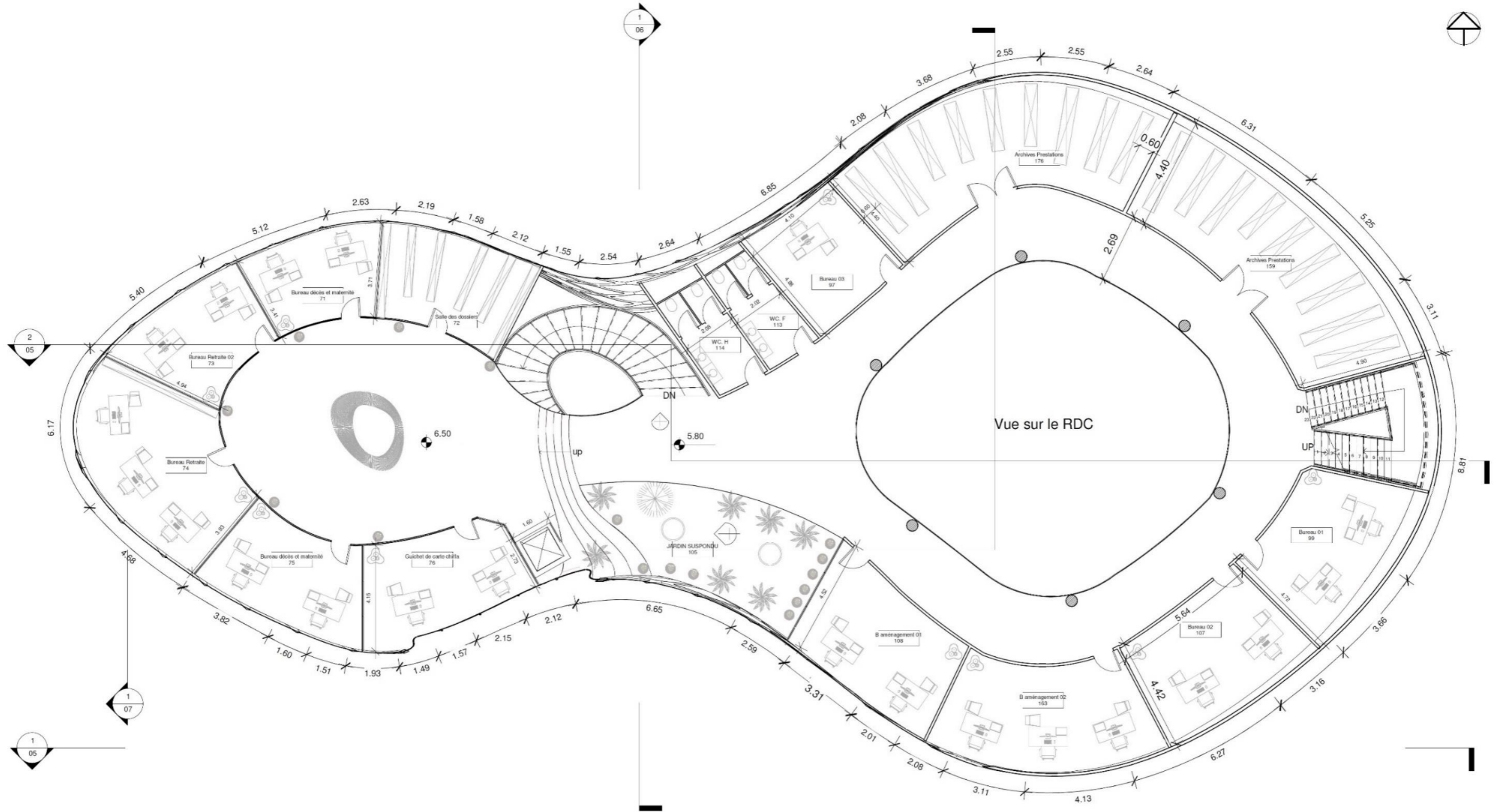
02

Vérifié par : M.MAHMOUD

Échelle

1 : 100

Figure 104: le plan du Niveau 01.



1 Niveau 02
1 : 100

Conception d'un siège de Casinos durable a Laghouat		Plan de construction 03	
Conçu par : B.Abdelbasset		03	
Vérifié par : M.MAHMOUD		Echelle 1 : 100	

Figure 105: Le plan du Niveau 02.

VI.2.7. Circulation :

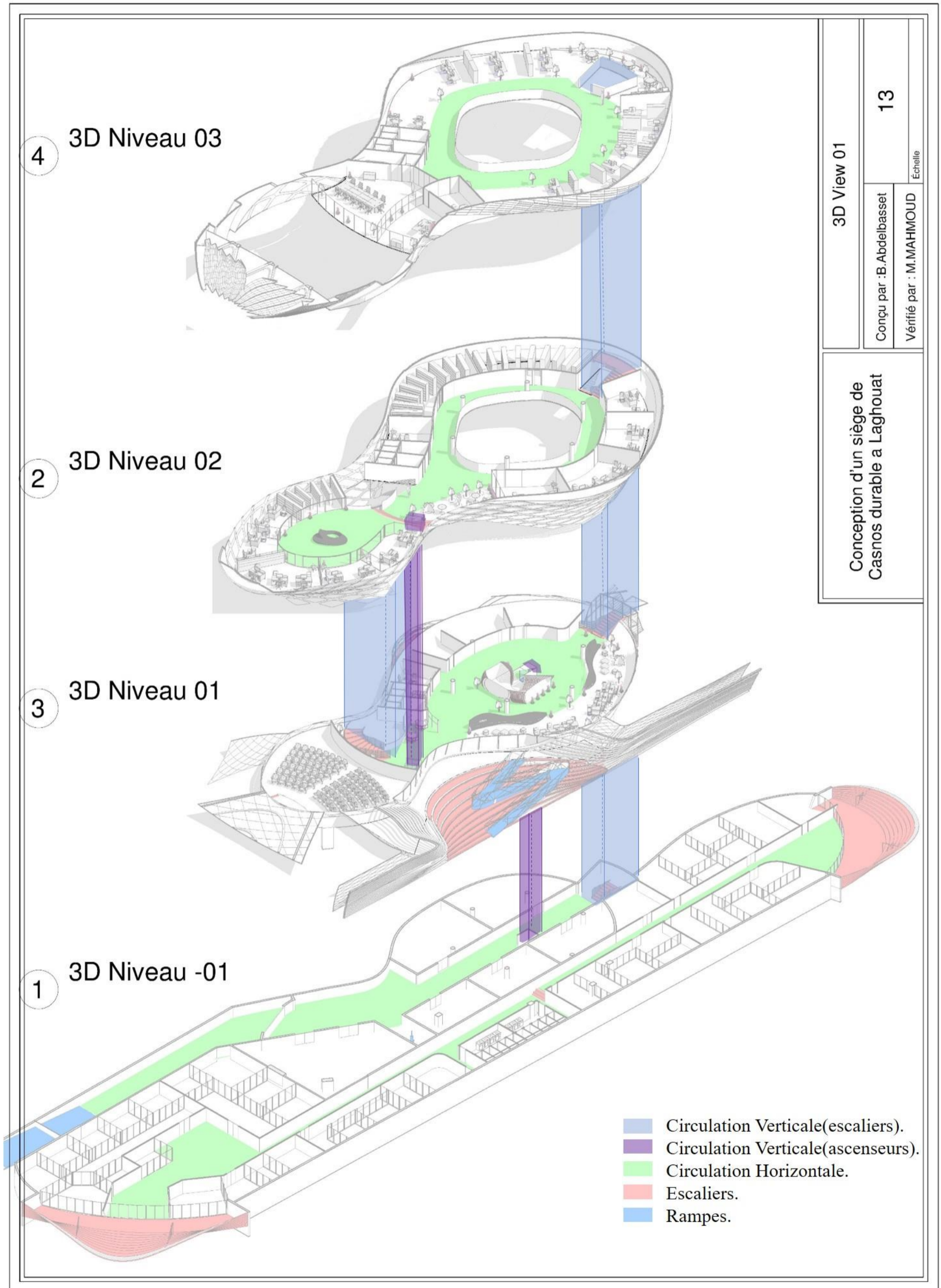
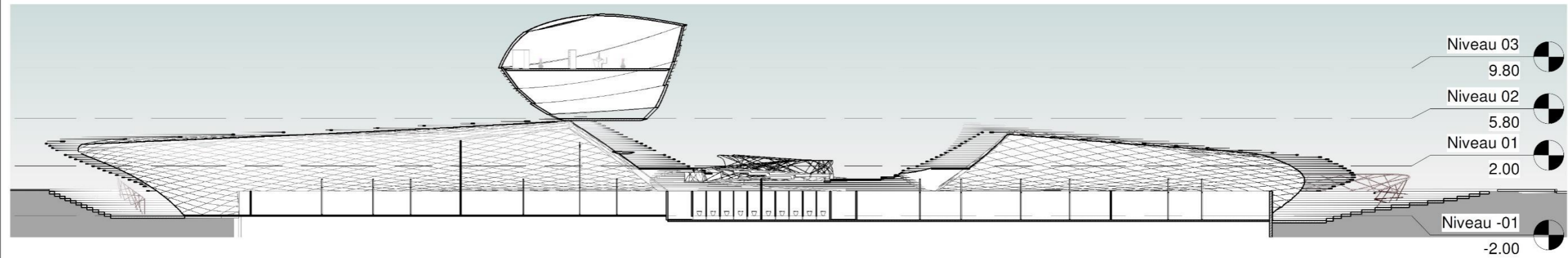
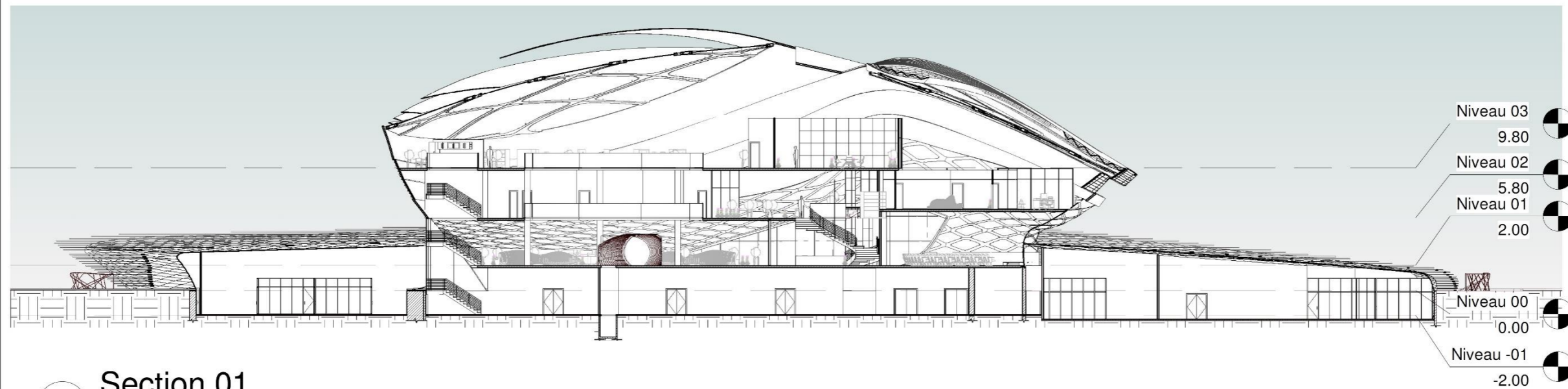


Figure 107: les types de circulation.

VI.2.8. Les coupes :



1 Section 00
1 : 300



2 Section 01
1 : 300

Figure 108: les coupes de bâtiment 01.

Conception d'un siège de
Casinos durable a Laghouat

Bâtiment section 01

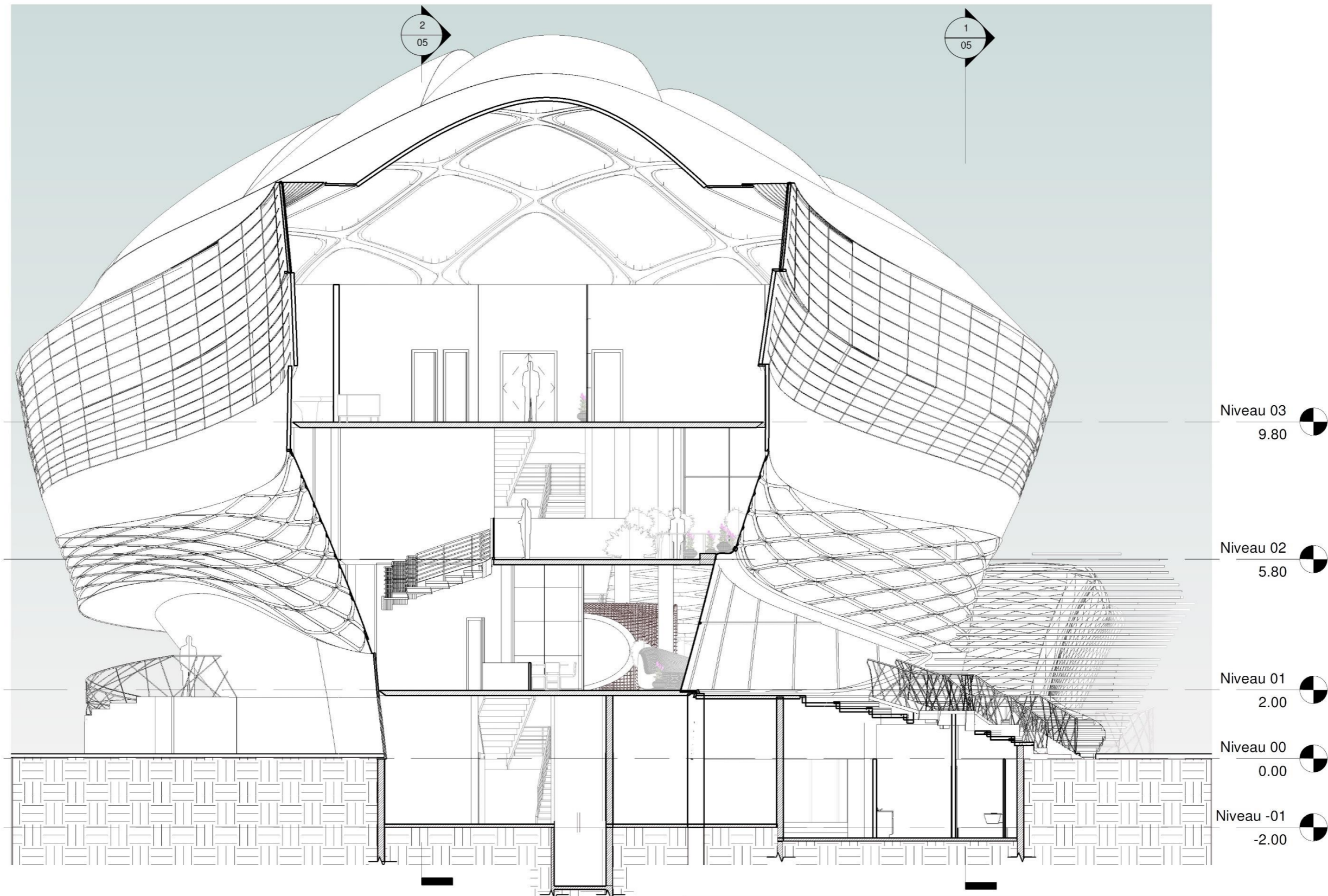
Conçu par : B.Abdelbasset

05

Vérifié par : M.MAHMOUD

Échelle

1 : 300



1 Section 02
1 : 100

Figure 109: les coupes de bâtiment 02.

Conception d'un siège de
Casinos durable a Laghouat

Bâtiment section 02

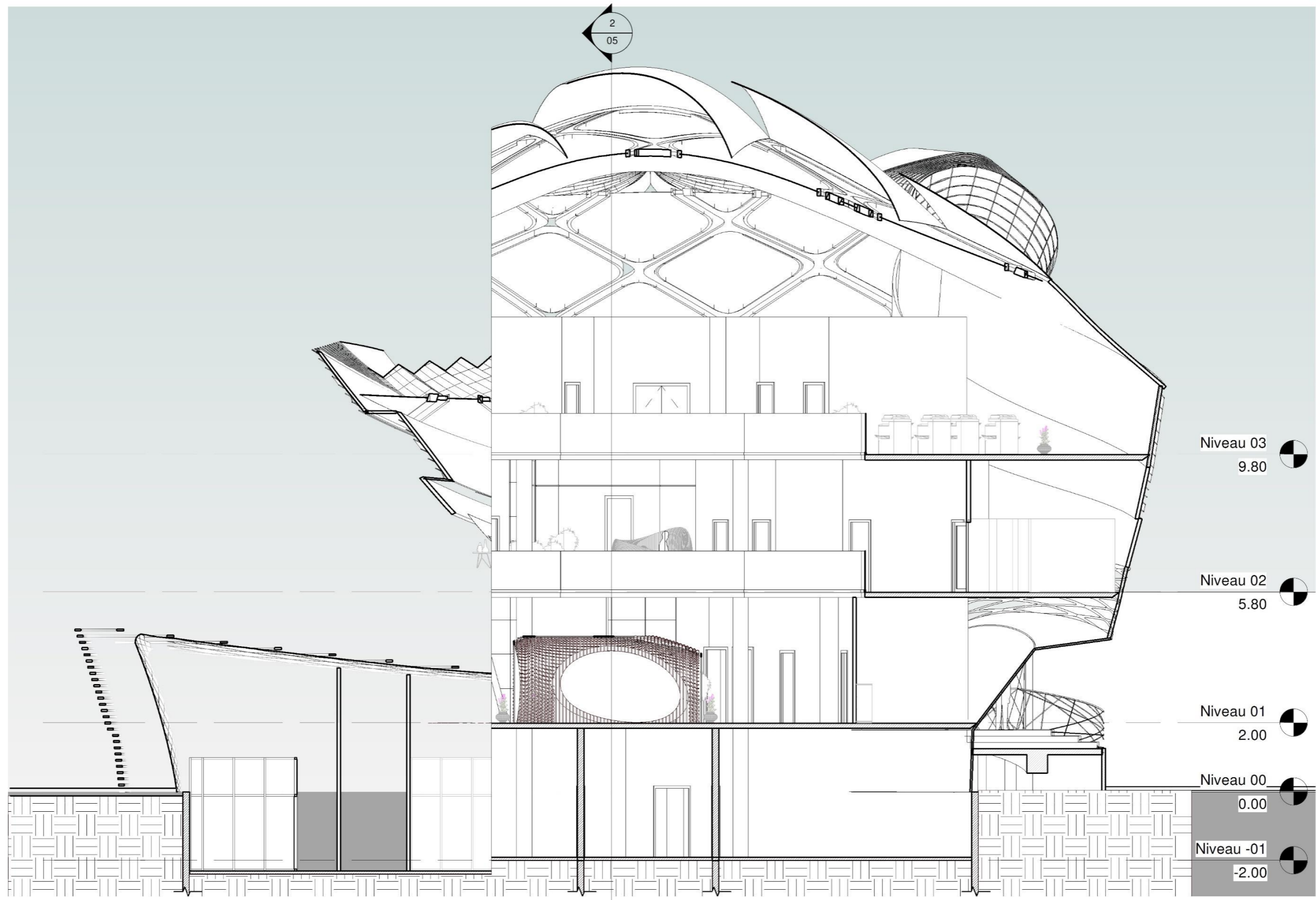
Conçu par :B.Abdelbasset

06

Vérifié par : M.MAHMOUD

Échelle

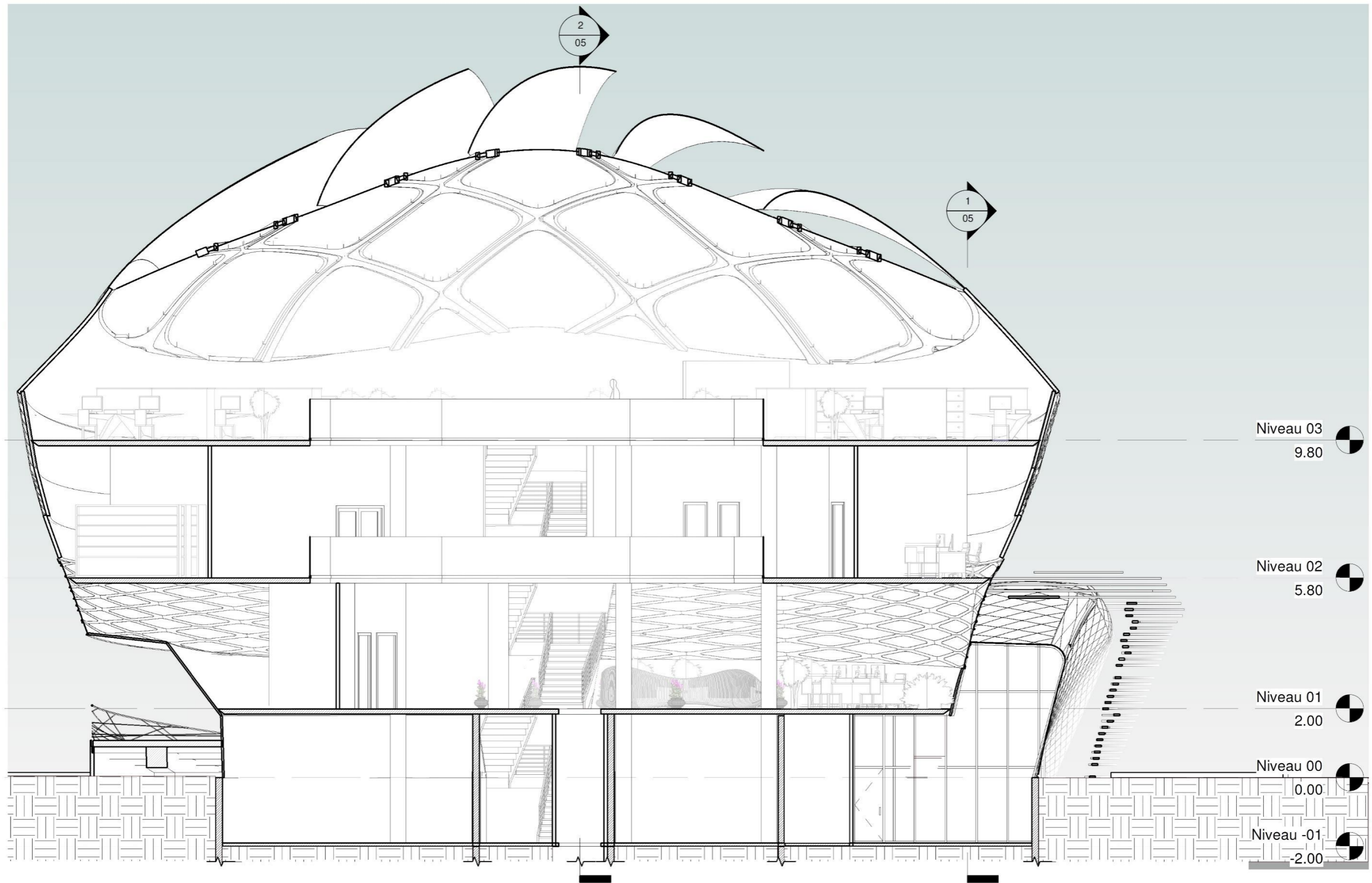
1 : 100



1 Section 03
1 : 100

Figure 110: les coupes de bâtiment 03.

Conception d'un siège de Casnos durable a Laghouat		Building sections 03	
		Conçu par :B.Abdelbasset	07
Vérifié par : M.MAHMOUD		Échelle	1 : 100



1 Section 04
1 : 100

Figure 111: les coupes de bâtiment 04.

Conception d'un siège de
Casinos durable a Laghouat

Bâtiment section 04

Conçu par : B.Abdelbasset

08

Vérifié par : M.MAHMOUD

Échelle

1 : 100

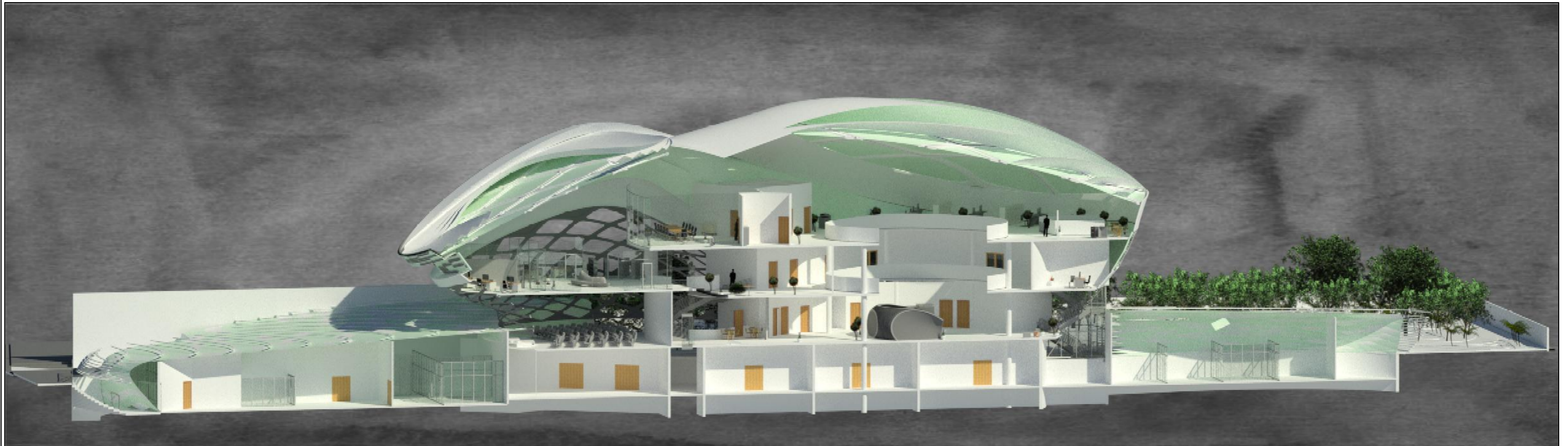


Figure 112: les coupes de bâtiment 05 (coupe 3D).

VI.2.9. Vue 3D extérieur :

Le projet est conçu en un volume compact et de forme dynamique (organique) en 4 Niveaux, l'utilisation de deux atriums avec un traitement dynamique qui permet :

- Point de vue climatique : création d'un microclimat qui contribue à l'optimisation thermique en hiver comme en été.
- profiter de l'éclairage naturel pour bien éclairer l'intérieur du projet.
- Point de vue formelle : pour alléger la masse
- donner une touche esthétique.

-Le marquage de toutes les entrées par des éléments intégrées dans les traitements des façades.

- Utilisation des toitures inclinées pour exprimer la fluidité et comme élément attractif dans le projet.

- Continuité formelle entre les formes de toiture et les façades donc on ne peut pas distinguer les lignes de finalité des façades et le début des toits.

- Aménagement des plans d'eau à l'extérieur (du côté nord) ce qui humidifie l'air ambiant.

- façade végétalisée en Sud, et un espace vert au Nord pour surmonter les contraintes climatiques.

- Pour les rampes, l'utilisation d'une seule rampe vers les locaux techniques.

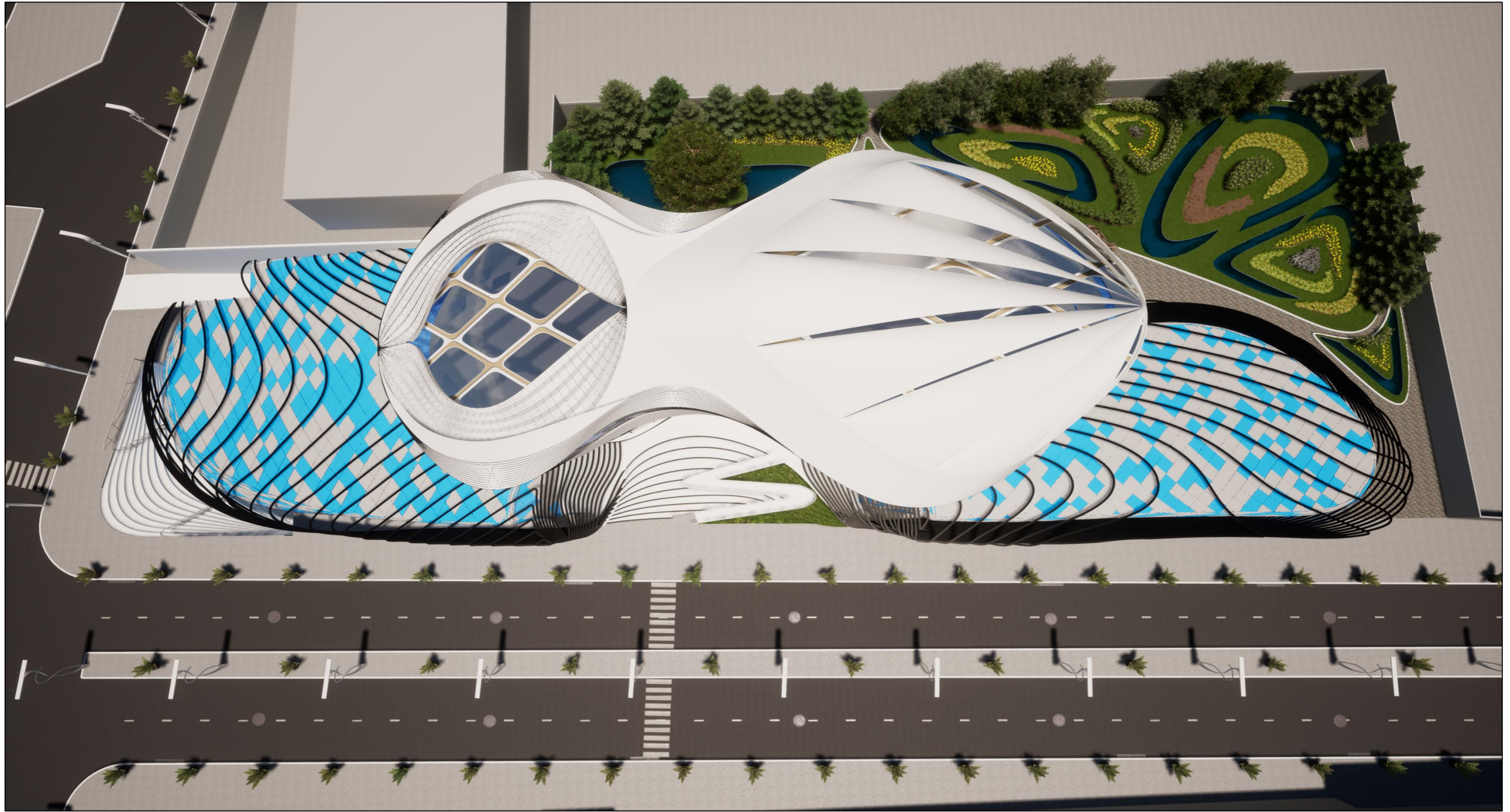


Figure 113: Vue de haut sur le projet.

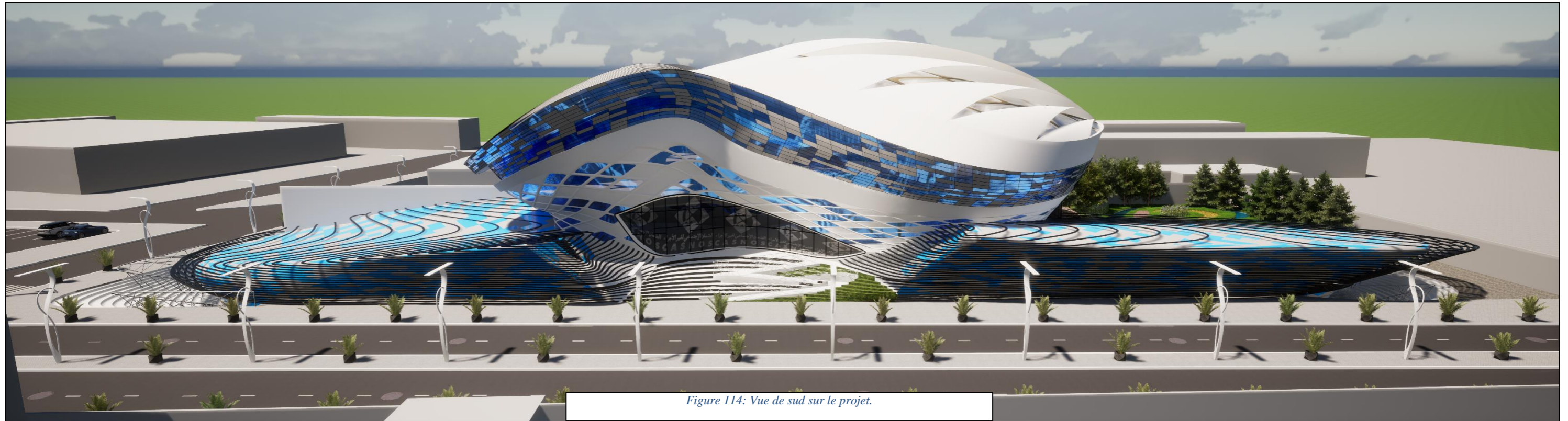


Figure 114: Vue de sud sur le projet.

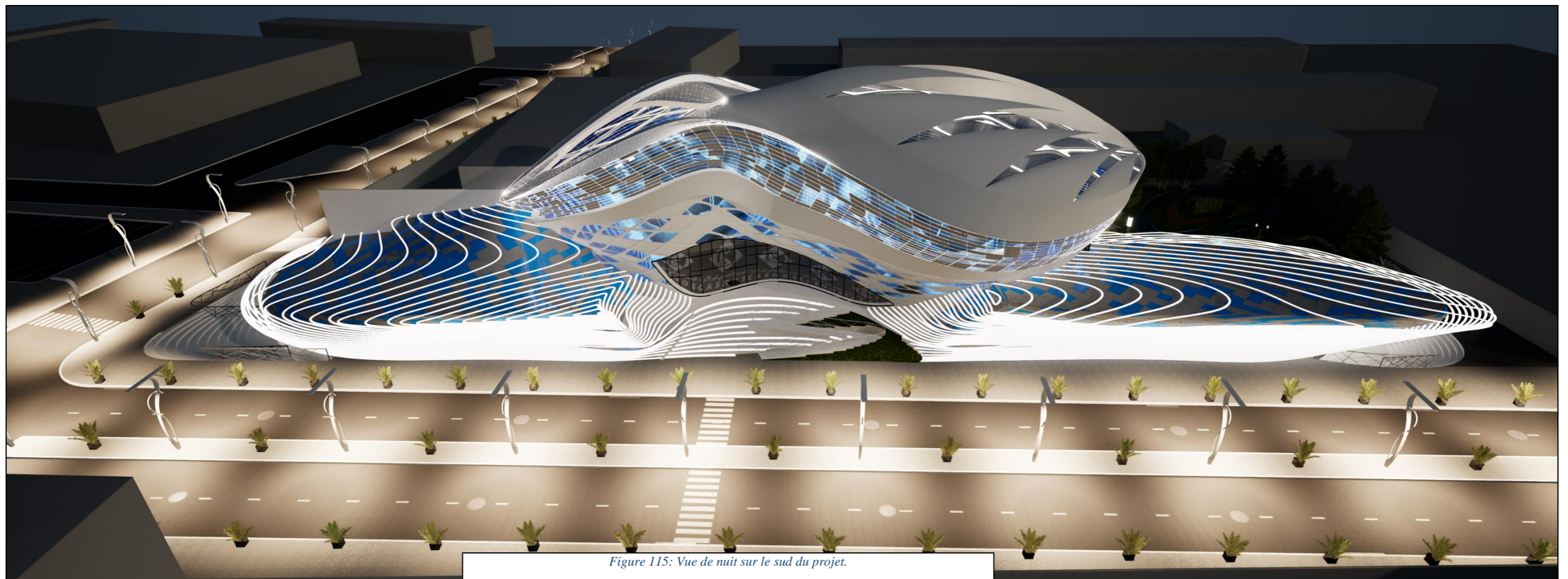


Figure 115: Vue de nuit sur le sud du projet.

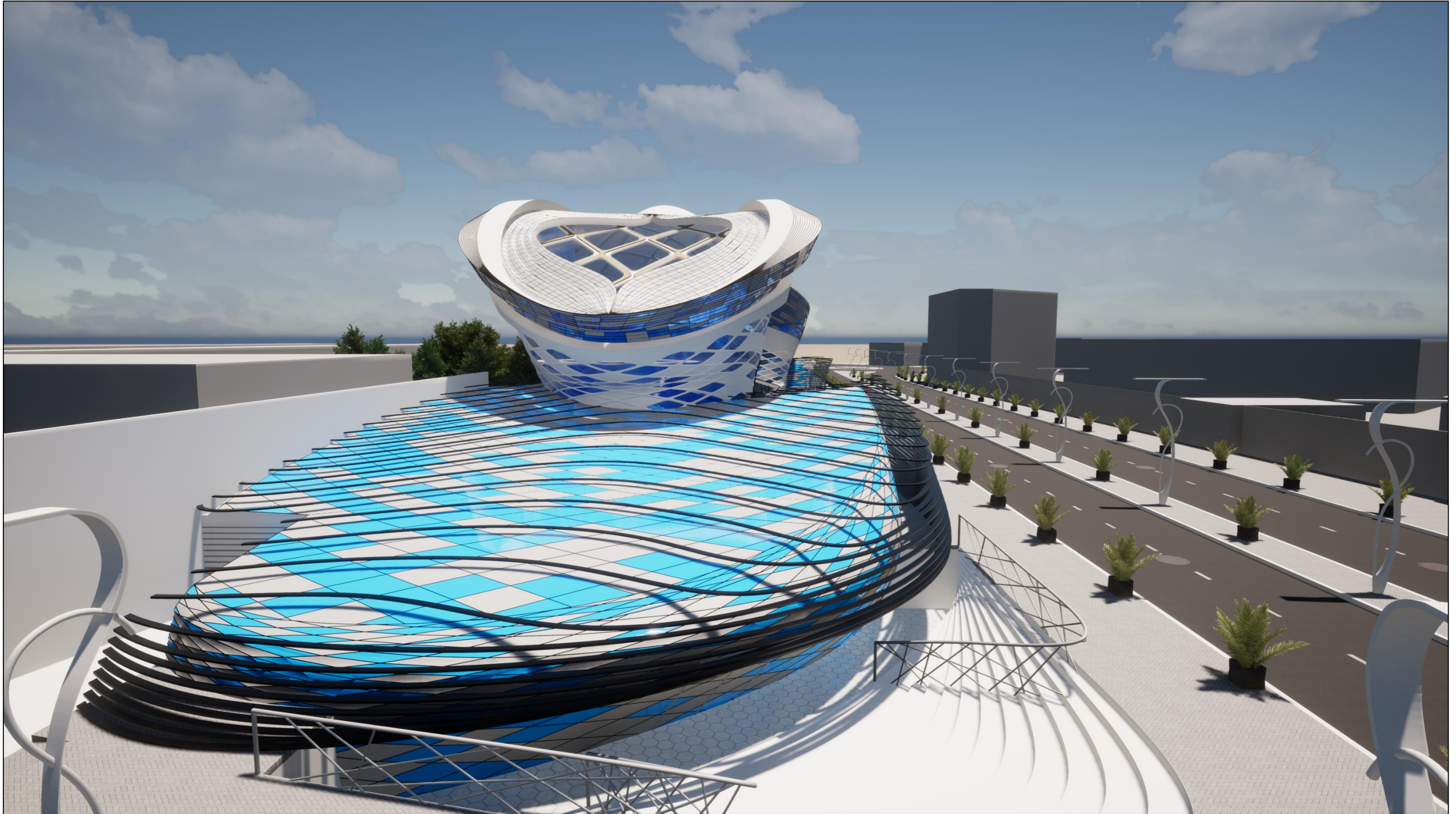


Figure 116: Vue d'ouest sur le projet.

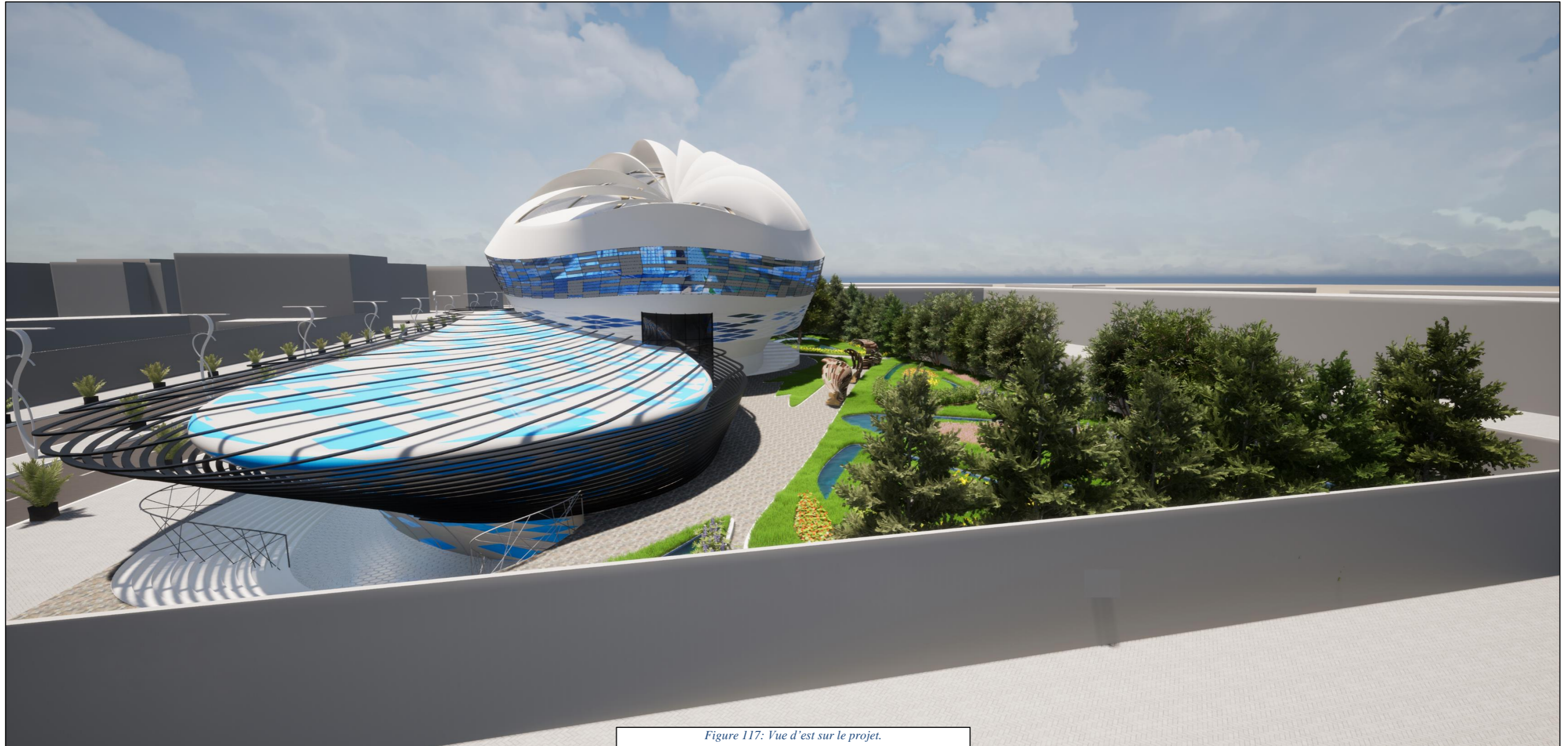


Figure 117: Vue d'est sur le projet.

VI.3. SYNTHÈSE DU CHAPITRE 05 :

- L'idée de conception intègre de nombreux aspects et critères pour concevoir un projet durable d'une manière harmonieuse avec les capacités du site (orientation, climat, forme, morphologie, etc.), sans oublier les normes et exigences du bâtiment administratif et en tenant compte de l'intégration du projet dans son environnement, son fonctionnement et son esthétique.
- La dimension paramétrique se reflète beaucoup plus à travers les techniques adoptées dans la conception de façades et les toits qui sont conçues et vérifiées à l'aide de logiciels (Rhino, Grasshopper) et de plug-ins supportés par Rhinoceros (Radiance, Diva, Archsim, Daysim ...) etc. qui permettent une assistance à la conception. vérifier ainsi de quantifier et de simuler.
- Toujours dans le but de définir toutes les finalités de conception, nous avons conçu divers "designs" pour les aménagements et mobiliers des espaces de projet en s'inspirant du thème et de contexte.

VII. HAPITRE 06 : ETUDE TECHNIQUE

INTRODUCTION :

Cette partie du travail comprend l'étude technique, qui est l'étude qui définit les différentes technologies et dispositifs, le système de construction, Technologies de confort thermique et optique, gestion de l'énergie et ceci prend en compte la durabilité.

VII.1. SYSTEME CONSTRUCTIF :

VII.1.1. structure

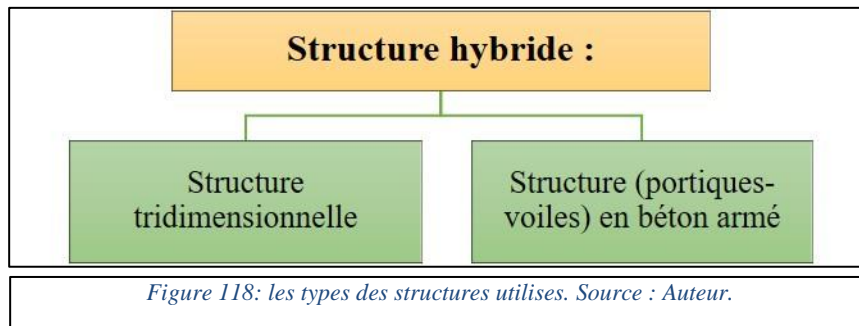
« Une structure est un réseau de connectivité » **Cecil Balmond.**

Après avoir mené une recherche approfondie sur divers systèmes constructifs, il a été choisi

La structure mixte qui concerne l'association de deux ou plusieurs matériaux aux niveaux des éléments structurels.

La mixité structurelle qui concerne l'association de deux ou plusieurs systèmes constructifs.

1.1.1. Types des structures :



1.1.2. Motivation du choix de la structure :

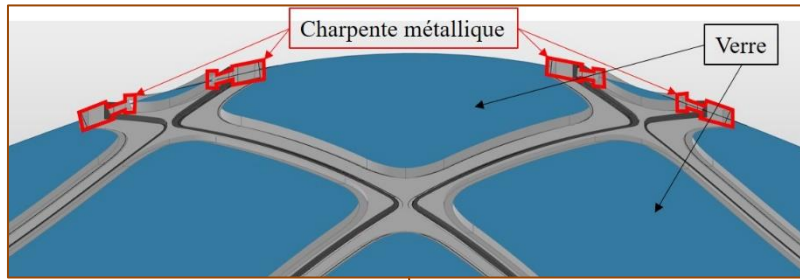
- la grande portée.
- la liberté à l'innovation et à la création tant sur le plan architectural, structurel et fonctionnel. (la maniabilité et l'élasticité des matériaux).
- Aspect de la légèreté d'une structure seulement en béton.
- Aspect économique.
- Une structure durable.



Figure 120: structure hybride d'opéra Harbin. source : archdaily.com

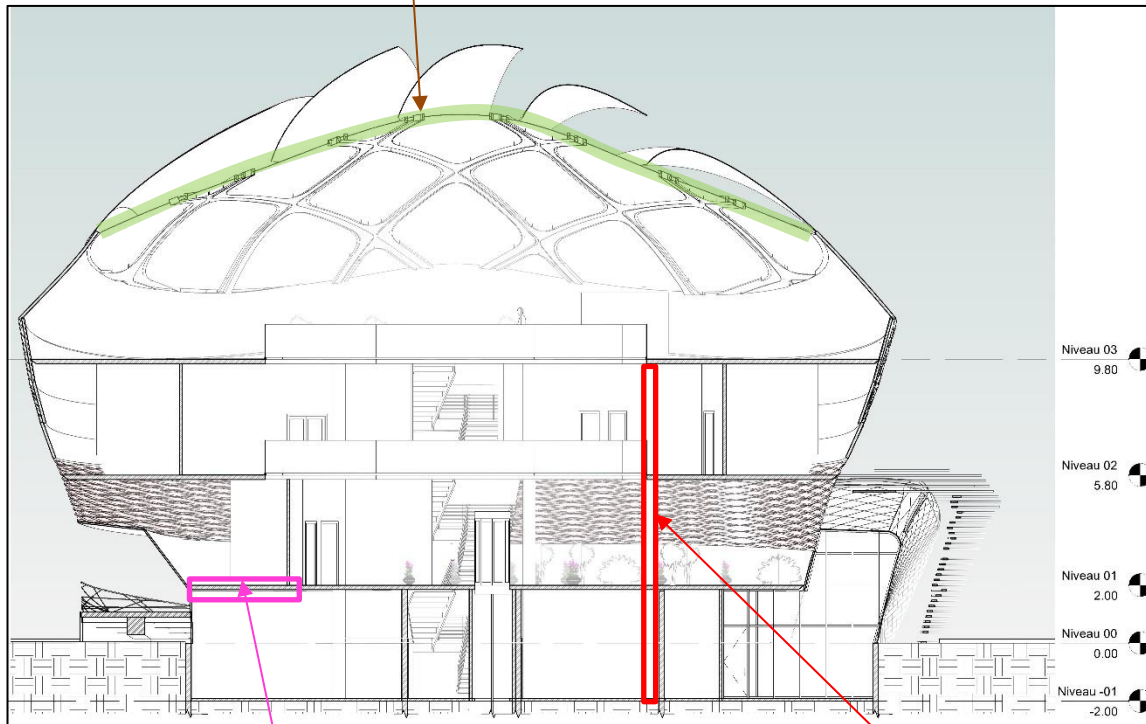


Figure 120: structure hybride de Heydar Aliyev Center. Source : archdaily.com



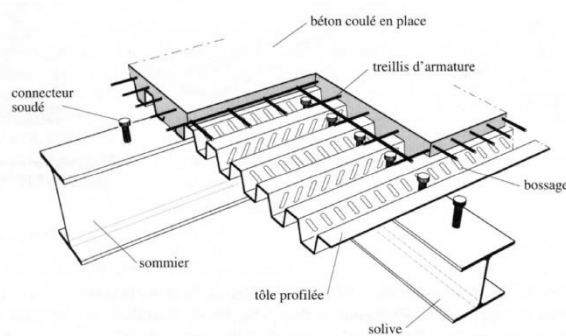
La toiture est un motif de charpente métallique.

coupe sur la toiture. Source : Auteur.



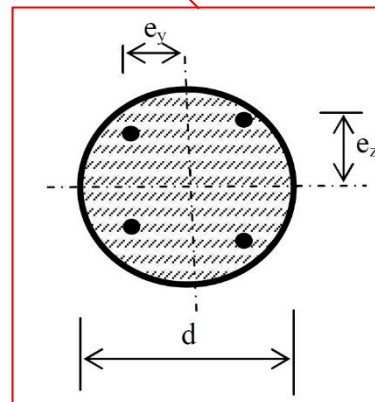
Coupe sur le projet. Source : Auteur.

Dalle mixte avec connecteurs acier-béton



Les composantes de la dalle mixte. Source : CTICM – Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

L'utilisation des plancher collaborant avec dalles en Béton armé sur coffrage perdu (plancher nervuré)



Détail du poteau mixte. Source : Cours : Construction Mixte. Prof. Mimoune Mostefa.

L'utilisation des poteaux mixtes de section circulaire avec profilés totalement enrobé de béton figure ($d=0.45m$).

Figure 121: Eléments de construction de la structure hybride. Source : Auteur.

1.1.3. Eléments de construction de la structure mixte :

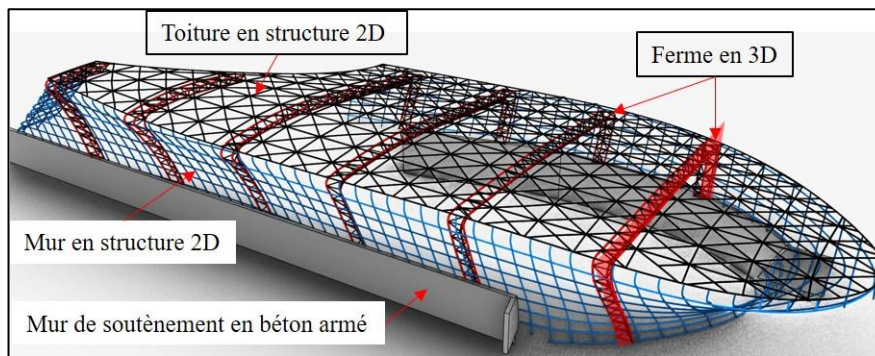


Figure 122: Vu sur la structure du côté est du socle. Source : Auteur.

VII.2. CONFORT THERMIQUE :

VII.2.1. Techniques passives :

2.1.1. la façade double peau :

- **HIVER :**

Stockage de chaleur à l'intérieur de la double peau par effet de serre.

- **ÉTÉ :**

La prévention de la surchauffe de l'air intérieur en ventilant naturellement l'air contenu dans la double peau permet à l'air chaud de la double peau d'être maintenu hors du bâtiment. (BFF, 2020)

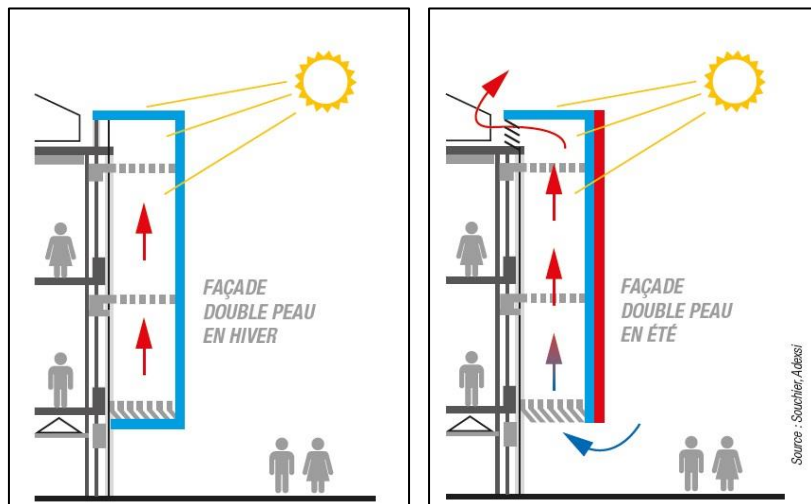


Figure 123: les modes de fonctionnement de la façade double peau. Source : adexsi.fr

2.1.2. la Façade dynamique :

La protection solaire des vitrages est aussi importante en été que l'isolation en hiver. Pour être efficace, elle doit permettre de réduire l'apport de chaleur tout en ménageant un éclairage naturel suffisant aux heures du jour.

Cette technologie est utilisée avec le verre intelligent.

Le verre électrochrome (également appelé verre intelligent ou verre dynamique) un verre peut être contrôlé de façon automatique ou directement, est apprécié pour sa capacité à améliorer le confort, à faire entrer un maximum de lumière naturelle, et à offrir une vue sur l'extérieur.

(SageGlass, 2018)

2.1.3. Ventilation par atrium :

a) *En hiver :*

l'air dans l'atrium est plus élevé de l'extérieur. Lorsque l'air atteint l'atrium, il est chauffé puis diffusé vers des espaces adjacents. Ainsi, l'air du bâtiment est recyclé.

b) *En été :*

on peut tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium. Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture.

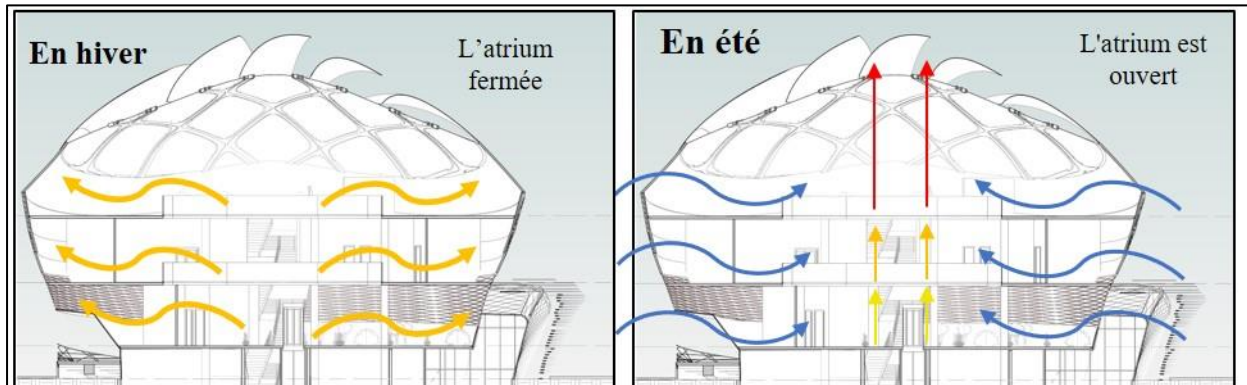


Figure 124: le mécanisme du Ventilation par atrium. Source : Auteur.

2.1.4. L'inférieure étage semi enterré :

Pour profiter de la température de la terre et de l'air frais.

2.1.5. Un jardin intérieur :

Afin de créer de l'air frais.

VII.2.2. Techniques actives :

2.2.1. Système de L'HVAC :

Système tout air, à débit constant, double gaine : L'HVAC est un système technique dédié au chauffage au rafraîchissement, à l'humidification ou à la déshumidification des locaux tertiaires ou industriels, c'est un système tout air à débit constant ou variable.

(Conditionnement d'air d'un immeuble de bureaux, 2020)

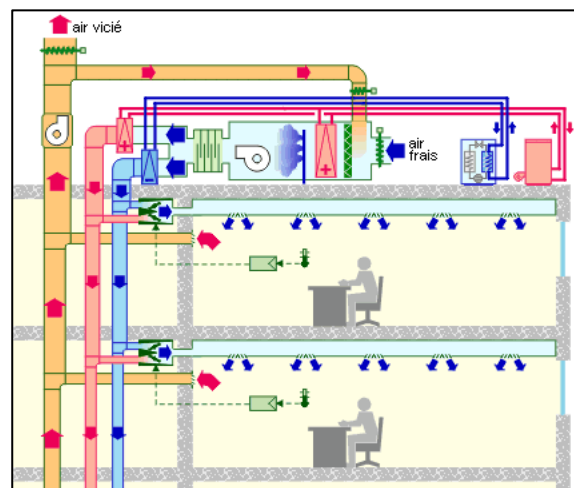


Figure 125: principe du system de l'HVAC. Source : energieplus.com.

VII.3. CONFORT VISUEL :

VII.3.1. Éclairage naturelle :

3.1.1. L'orientation du projet :

le projet est orienté au sud selon l'axe climatique pour profiter l'éclairage naturel pendant toute la journée.

3.1.2. Atrium :

Le rôle principal de l'atrium est de fournir un éclairage naturel. La grande ouverture supérieure permet aux bureaux de profiter au maximum de la lumière naturelle utile.

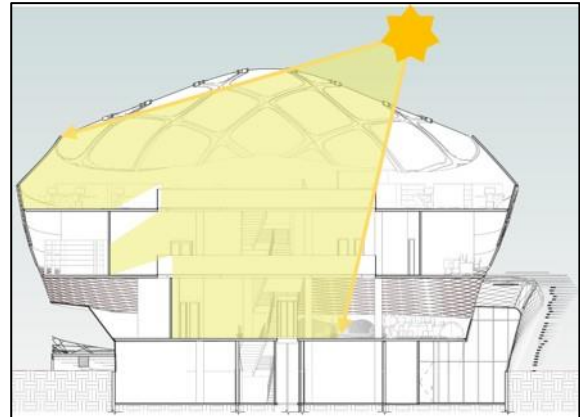


Figure 126: éclairage naturel par Atrium.

3.1.3. la Façade dynamique :

les protections solaires garantir aux occupants :

- le bon niveau de luminosité dans la pièce.
- larges apports de lumière naturelle sans phénomène d'éblouissement.
- le bon niveau de contraste, très important dans le cas d'écrans.

3.1.4. La façade végétalisée :

Solution environnementale pour ajuster la quantité de lumière dans le bâtiment en fonction des saisons de l'année.


VII.3.2. Eclairage électrique :

Critères de choix : On base sur trois critères :

Durabilité.

Ambiance et confort.

Bien-être et performances.

Espace	Type	Image
Hall d'accueil	Spot LED	

Bureaux et Salle de conférences	Luminaire encastré pour plafond LED	
Couloires	SYL-LIGHTER LED II (LUMIANCE) : Downlight LED fonctionnel 15W avec diffuseur en polycarbonate,	
SANITAIRES	INSAVER HE TOPPER LED (LUMIANCE): Downlight LED fonctionnel 9W avec détection de présence intégrée.	

Figure 127: Type des appareils d'éclairage électrique.

VII.4. GESTION DE L'ENERGIE :

VII.4.1. Façade de type double-peau :

Économie d'énergie en réduisant l'utilisation de la climatisation et du chauffage.

Possibilité de produire de l'énergie sur la peau extérieure en installant :

- Cellules photoélectriques.
- Panneaux solaires.

VII.4.2. Façades dynamiques :

La performance énergétique du bâtiment :

L'automatisation des systèmes de protection solaire donne la possibilité de prédire le niveau de consommation d'énergie d'un bâtiment particulier. Lorsque tous les systèmes de refroidissement, de chauffage et d'éclairage sont connectés les uns aux autres, le contrôle de la consommation d'énergie est optimal.

VII.4.3. la conversion de l'énergie cinétique en électrique :

Revêtement de sol du trottoir :

Ce revêtement de sol transforme la pression des pas en électricité.



Figure 128 : revêtement de sol qui produit électricité. Source : inhabitat.com.



Figure 129: Espace alloué à revêtement de sol qui produit l'énergie.
Source : Auteur.

VII.4.4. Systèmes solaires :

Des panneaux photovoltaïques flexibles transparentes sont intégrés au niveau des atriums et le vitrage photovoltaïque pour les ouvertures exposées.

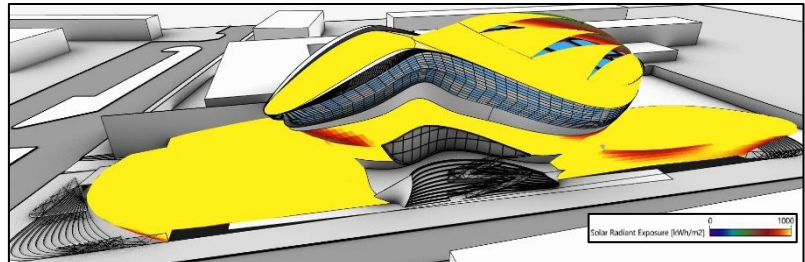


Figure 130: Radiations map des Lieux de distribution des panneaux photovoltaïques et le vitrage photovoltaïque. Source : Auteur (Diva for rhino).

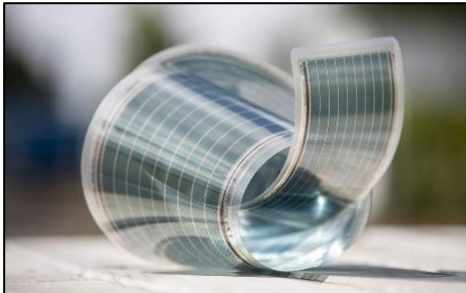


Figure 132: Panneau photovoltaïque flexible transparente. Source : www.linkedin.com



Figure 131: le vitrage photovoltaïque. Source : www.quelleenergie.fr

Nous avons simulé la quantité de l'énergie électrique produite par les panneaux photovoltaïques et le vitrage photovoltaïque. Les résultats présentés indiquent que la production annuelle d'électricité est estimée à 6.8725.10.6 KW/h. cette électricité produite nous envisageons l'utiliser pour l'éclairage.

VII.5. GESTION DES EAUX :

VII.5.1. Recyclage des eaux usées :

La phytoremédiation correspond à l'ensemble des procédés qui utilisent les plantes et leurs microorganismes associés pour extraire, contenir, inactiver ou dégrader les polluants en milieu terrestres ou aquatiques. (La phytoremédiation, 2020)

On utilise souvent des plantes persistantes émergentes.

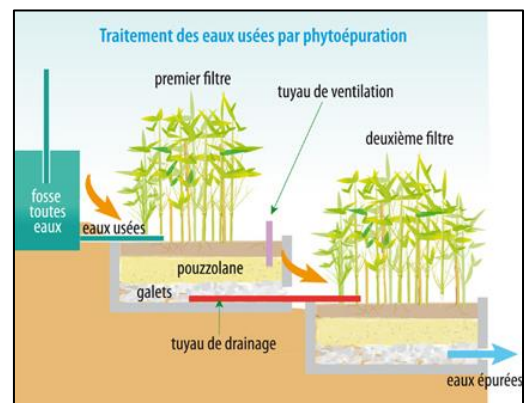


Figure 133: Principe de fonctionnement de la phytoremédiation. Source : build-green.fr

VII.6. SYNTHÈSE DU CHAPITRE 06 :

- Dans ce chapitre, nous avons examiné l'aspect technique du projet où nous avons présenté les différents choix structurels, les matériaux, les technologies et les systèmes liés à la durabilité, ce qui permettra à une situation qui met en évidence les détails du projet afin d'enrichir l'aspect conceptuel.

VIII. CHAPITRE 07 : ETUDE DURABILITE & SIMULATION

INTRODUCTION :

Pour lier l'approche de conception paramétrique à l'environnement visuel du bâtiment et à la performance énergétique, les outils de calcul peuvent être utilisés efficacement pour produire un produit architectural qui rassembler les aspects qualitatifs et quantitatifs de la performance architecturale avec une forme architecturale Améliorée.

VIII.1. PROBLEMATIQUE :

En moyenne, les gens passent 87% de leur vie à l'intérieur (Klepeis, et al., 2001). La lumière du jour est l'un des plus importants régulateurs des rythmes circadiens humains quotidiens, mais elle peut provoquer des malaises visuels tels que des reflets et des reflets indésirables, et affecter l'équilibre thermique des pièces ce qui entraîne un coût élevé de fonctionnement du bâtiment (Pauley, 2004). Par conséquent, le défi le plus ambitieux est de concevoir une lumière du jour efficace qui maintient un équilibre entre maximiser la récolte de la lumière du jour et contrôler les risques d'inconfort potentiels et la rationalisation de la consommation d'énergie. En réponse à ce défi et pour surmonter les défis associés aux différents scénarios de lumière du jour, une architecture paramétrique qui dépendait de la façade double peau et de l'ombrage dynamique et leur paramètre des matériaux de construction a émergé.

Quelle est l'impact de la façade cinétique et de ses matériaux de construction sur le confort visuel et la consommation d'énergie dans notre futur équipement ?

Quels types des corrections doivent obtenir pour assurer le confort visuel et la rationalisation de la consommation d'énergie dans les chambres de bureaux orienté sud ?

VIII.2. OBJECTIF :

L'objectif de ce travail est de démontrer l'effet des façades à double peau, l'ombrage sensible au soleil et les matériaux de conception paramétrique sur l'amélioration de la qualité de l'éclairage naturel et la rationalisation de la consommation d'énergie d'un immeuble de bureaux à Laghouat et Les performances optiques de ces systèmes à l'aide d'un logiciel de simulation numérique.

VIII.3. HYPOTHESES :

- L'ombrage sensible au soleil utilise la technologie pour contrôler les dispositifs de protection externes / internes tels que les stores et les rideaux grâce au système de construction intelligent.
- L'utilisation de verre intelligent qui permet le transfert de lumière utile et empêche la pénétration des rayons solaire afin d'éviter le phénomène de la serre et réduire les pertes d'Energie par l'isolement.

VIII.4. METHODOLOGIE DE RECHERCHE :

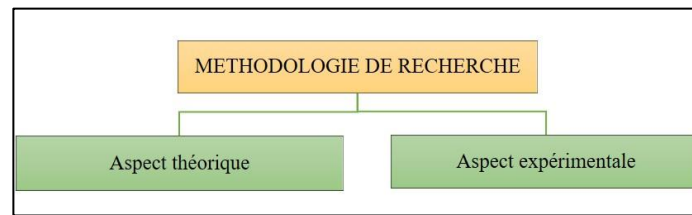


Figure 134: méthodologie de recherche.

VIII.4.1. Aspect théorique :

4.1.1. Définitions :

Autonomie de la lumière du jour (DA) : il est défini comme le pourcentage des heures occupées dans une année lorsque l'éclairage minimum est fourni avec la lumière du jour (Pesenti, Masera, & Fiorito, 2015).

Éclairage utile de la lumière du jour (UDI) : UDI est le pourcentage annuel des valeurs d'éclairage sur le point de référence dans la plage confortable de 100–2000 lx. (Carlucci, Causone, De Rosa, & Pagliano, 2015).

Autonomie spatiale de la lumière du jour (sDA) : décrit la quantité d'espace qui reçoit suffisamment de lumière du jour. Plus précisément, il décrit le pourcentage de la surface de plancher qui reçoit au moins 300 lux pendant au moins 50% des heures annuelles d'occupation (Stern, 2020).

Exposition annuelle au soleil (ASE) : décrit la quantité d'espace qui reçoit trop de lumière directe du soleil, ce qui peut causer un inconfort visuel (éblouissement) ou augmenter les charges de refroidissement. Plus précisément, ASE mesure le pourcentage de surface de plancher qui reçoit au moins 1 000 lux pendant au moins 250 heures d'occupation par an (Stern, 2020).

Facteur de lumière de jour (flj) :

Le FLJ mesure le rapport entre l'éclairage intérieur reçu sur le plan de travail et l'éclairage extérieur sur une surface horizontale. Il s'exprime en %. On recommande des valeurs de FLJ minimum de référence dans tout bâtiment en fonction de son utilisation.

Les valeurs recommandées au fond des locaux sont :

- usines : 5%
- bureau : 2%
- salles de cours : 2%
- salle d'hôpital : 1% (Facteur de lumière du jour, 2007)

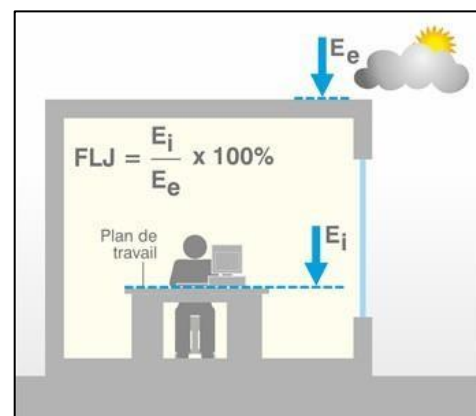


Figure 135: Calcule le FLJ.
Source : www.energieplus-lesite.be

Pour plus d'informations, voir l'**annexe 02**.

VIII.4.2. Aspect expérimental : Évaluation numérique du confort visuel et consommation d'énergie.

4.2.1. Presentation de cas d'étude :

Choix de l'espace : l'espace de travail choisie est située au niveau de la façade sud, ce qui l'exposait au rayonnement solaire le plus important de l'année, selon le processus de simulation informatique.

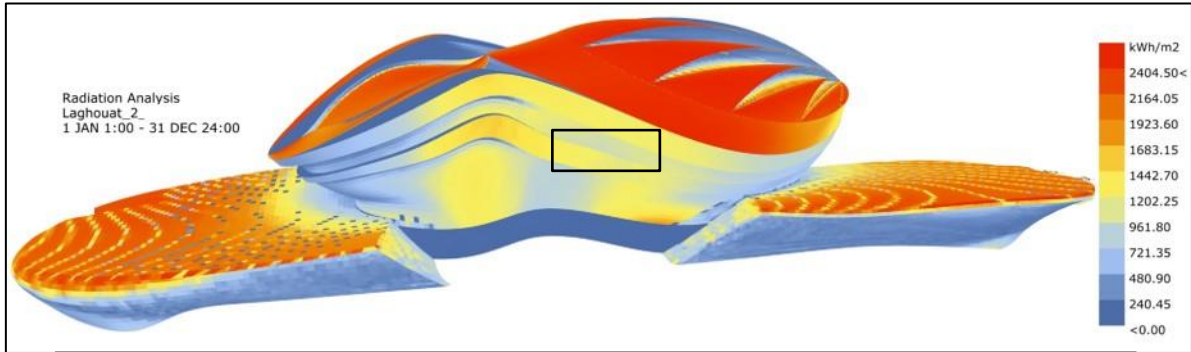


Figure 136: analyse de rayonnement du projet. Source : Auteur.

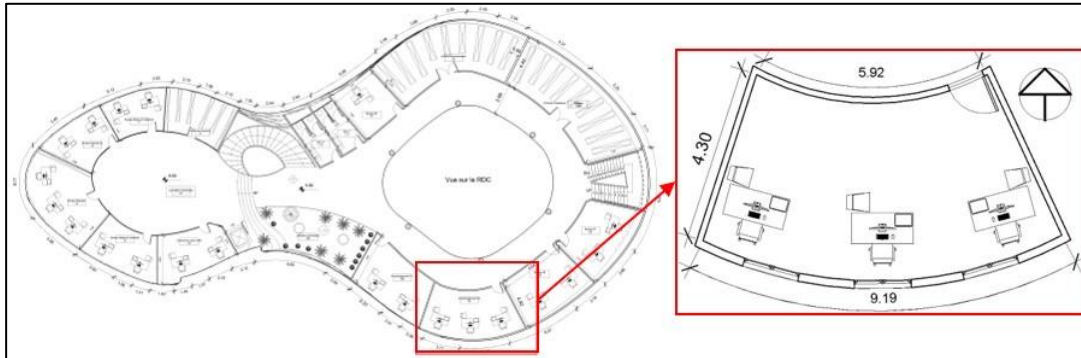


Figure 138: la situation du cas d'étude.

- Surface : 35 m²
- Hauteur de plafond : 3.85m
- Hauteur de fenêtre : 1.8m
- Type d'éclairage : latérale.
- Niveau : 02.

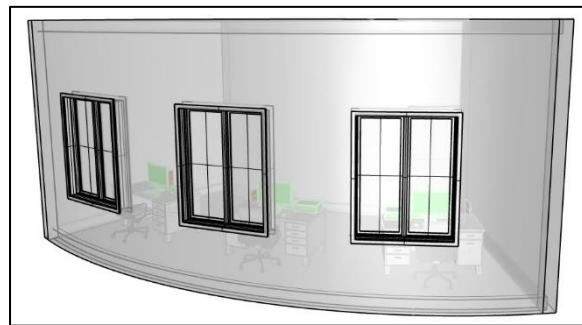


Figure 137: vue extérieure sur l'espace de bureau.

4.2.2. Simulation du cas initial :

	DA	UDI	sDA	ASE	LEEDv4	WWR	Matériau du verre	Énergie d'éclairage (kWh/m ²)	Énergie de chauffage et de climatisation (kWh/m ²)	Consommation d'énergie totale (kWh/m ²)
1	97.14	10.45	100	79.6	0	21.5	Glazing_SinglePane_88	5.741176471	143.83285	149.5740265

Tableau 12: Les résultats de simulation.

Commentaire : le pourcentage du DA (97%) explique la présence de la lumière du jour la plupart du temps, et sDA (100%) exprime que tout la surface de plan de travail reçoit au moins 300 lux pendant au moins 50% des heures annuelles d'occupation.

Cependant le résultat du UDI explique que le 89,55% des valeurs d'éclairage sont dans plage confortable de 100–2000 lx.

le pourcentage de l'ASE indique que 79.6% de surface de plan de travail reçoit trop de lumière directe du soleil.

Le coût de l'éclairage est un peu faible, mais en contrepartie, la facture de climatisation et de chauffage est élevée, De plus, l'espace ne répondait pas aux normes des LEEDv4.

le facture de lumière du jour (DF ou FLJ) :

On constate que les pourcentages atteint 26.8% (des valeurs très élevées ce qui indique le grand éblouissement qui s'opère).

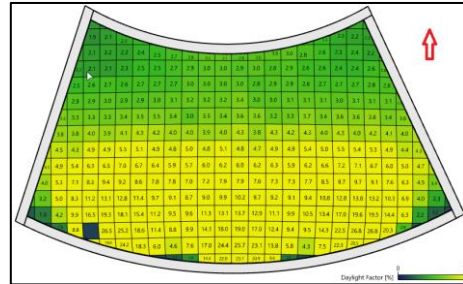


Figure 139: le facture de lumière du jour.



Figure 140: HDR image.

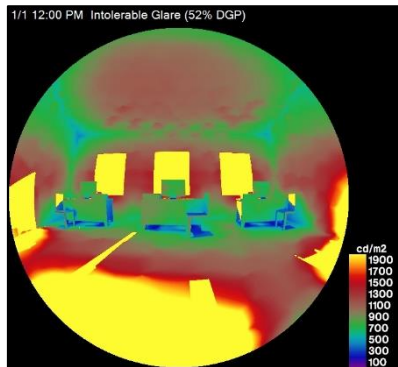


Figure 141: la luminance.

Le Figure 140 (image HDR) montre beaucoup des taches solaires Ce qui affecte négativement le confort visuel.

Le Figure 141 : le pourcentage du 52% exprime un éblouissement intolérable, et on remarque également la répartition irrégulière de la lumière naturelle.

Conclusion : À partir des résultats des simulations précédentes, nous avons extrait les éléments suivants :

- L'augmentation des taux de lumière naturelle est due au pourcentage élevé du WWR, qui provoque un inconfort visuel et thermique, et au coût élevé de fonctionnement de la pièce.
- L'utilisation d'un autre type de verre peut réduire le problème de l'éclairage naturel élevé en plus de réduire les coûts de chauffage et de refroidissement, mais elle ne peut pas résoudre le problème de la distribution inégale et pour cela, nous proposons de placer une façade en verre avec des éléments d'ombrage mobiles pour surmonter tous les obstacles auxquels nous avons été confrontés auparavant.

4.2.3. Conception de la recherche

- Comme le montre la figure 142, cette recherche présente un processus de conception algorithmique et paramétrique développé dans Rhino / Grasshopper et DIVA-for-Grasshopper. L'intégration de ces trois outils était nécessaire pour atteindre les objectifs de cette étude : Rhino comme outil de modélisation, Grasshopper comme interface paramétrique et DIVA pour l'application d'analyse de la lumière du jour et la consommation d'énergie. Ladybug est en outre utilisé comme plug-in environnemental pour entrer des fuseaux horaires et fournir des coordonnées de position solaire.

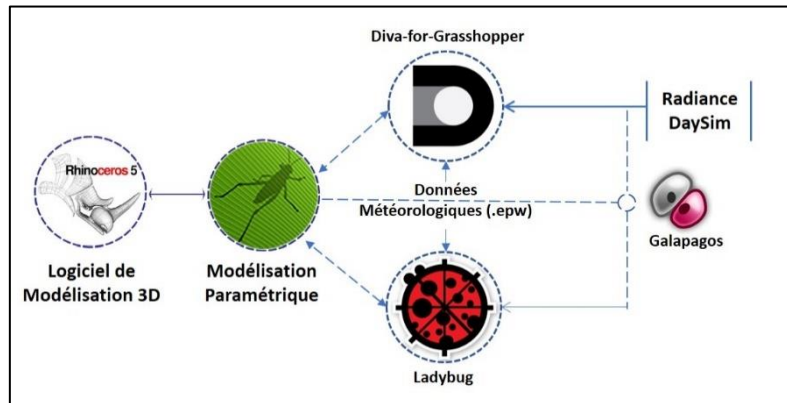


Figure 142: flux de travail de logiciel intégré algorithmiques. Source : Auteur.

4.2.3.A. les étapes de modélisation et de simulation :

4.2.3.A.1 La première étape :

- Examine la conception d'un dispositif d'ombrage adaptatif pour contrôler l'uniformité de la lumière du jour grâce aux outils de conception mathématique de Grasshopper / Rhino. C'est en contrôlant le pourcentage d'ouverture du dispositif d'ombrage, en plus de certaines variables.

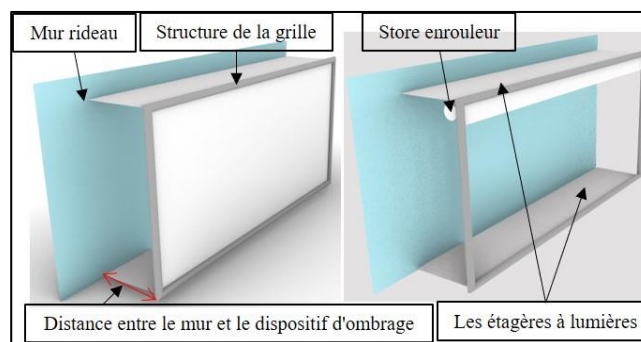


Figure 143: Dispositif d'ombrage fermé et ouvert et ses composants. Source : Auteur.

4.2.3.A.2 La deuxième étape :

- Est principalement consacrée à l'analyse de l'influence du système cinétique sur l'adaptabilité de la façade. Pour accomplir cette phase, DIVA-for-Grasshopper a été utilisé pour explorer les performances d'éclairage naturel de chaque configuration de peau et propriétés physiques pour répondre au confort visuel et aux mesures LEED v4.

- les types de propriétés physiques des matériaux attribuées dans ce cas d'étude :

Le type de surface	Matériau de Radiance
Plafond	Generic ceiling-- 80% reflectance.
Fourniture	Wood – 50% reflectance.
Sol	Generic floor – 20% reflectance.
Intérieur murs	Generic interior wall – 50% reflectance.
Extérieure mur	Outside façade-35% reflectance.

Tableau 13: matériaux de simulation de Radiance dans le Diva. Source : Auteur.

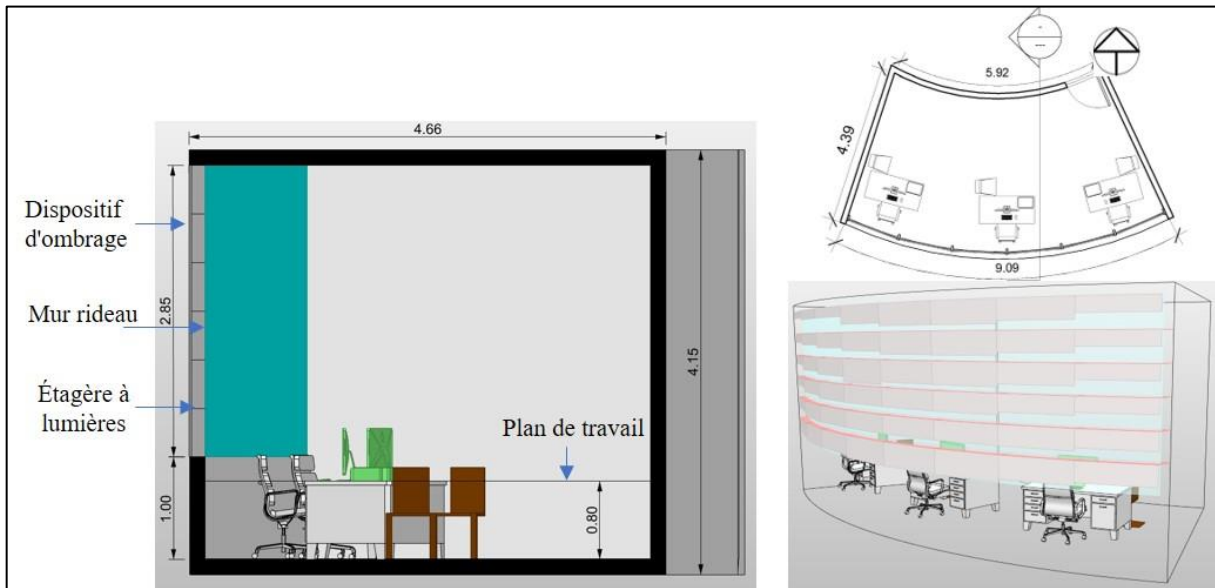


Figure 145 : Configuration de la peau de la façade et le plan de travail. Source : Auteur.

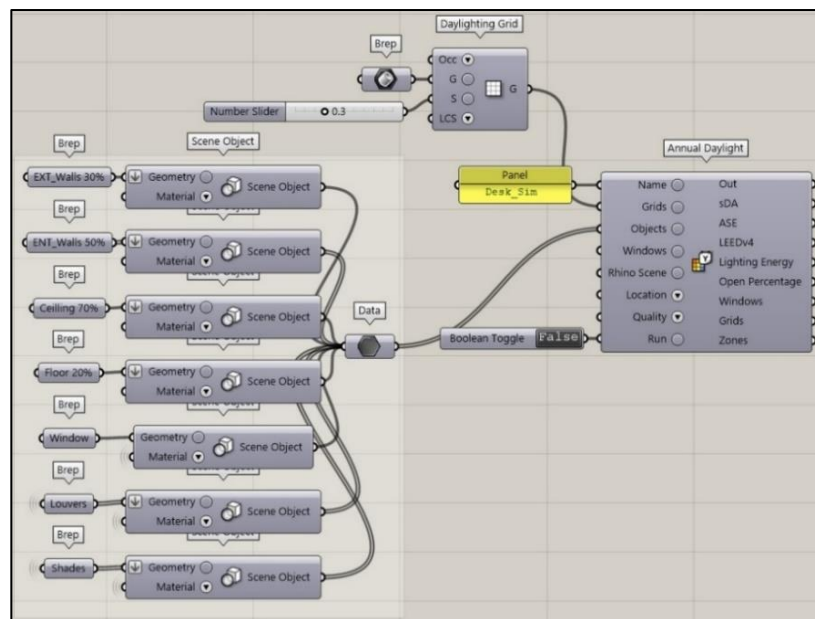


Figure 144: Script de simulation de la lumière du jour annuelle dans DIVA. Source : Auteur.

Paramètres du modèle				
Paramètres du modèle	L'emplacement du site : Laghouat, Algérie.	Exigences de conception du confort visuel: Domaine UDI acceptable: 100-1000 lux.		
	Espace fonctionnel et espace: Salle de bureau - 34 m ² .	DA acceptable: 500 lux.		
Critère de performance	Objectifs de conception: A- peau cinétique. B- lumière du jour suffisante. C- maximiser l'autonomie spatiale de la lumière du jour (sDA). D- minimiser l'exposition annuelle au soleil. E- Réalisation de LEED v4 pour le Daylighting.	sDA acceptable: supérieur à 50%. ASE acceptable: moins de 10%. Valeur LEED v4: 1 comme certifié.		
	Paramètres de conduite du modèle	Nom	Unité	Gamme
		Mouvement du dispositif d'ombrage	Pourcentage	[0-100]
		Distance du dispositif d'ombrage à la façade.	Centimètres	[15 - 30]
		Étagère à lumière largeur	Centimètres	[20 - 40]
	Matériau du radiance du dispositif d'ombrage	Nombre Entier	[0,1]a	
	Matériau du radiance d'étagère à lumière	Nombre Entier	[0,1]b	
	Matériau du verre	Nombre Entier	[0,1,2]c	
a- 0=Matériau opaque, 1=Matériau translucide. b- 0= matériel générique 70%, 1= matériel générique 90% . c- 0= Glazing Double Pane Clear 80%, 1= Glazing Double Pane LowE Argon 65%, 2= Glazing triple Pane Krypton 47%.				
Paramètres de temps	Mois	Nombre Entier	[0,1,2]a	
	Jour	Nombre Entier	21	
	Heure	Nombre Entier	10	
A- 0= mars, 1 = juin, 2 = septembre.				

Figure 146: Paramètres du modèle et critères de performance des procédures de simulation. Source : Auteur.

4.2.3.A.3 La troisième étape :

- La troisième phase couvre l'analyse des peaux cinétiques développées en appliquant les transformations en réponse à la lumière du jour dynamique et en recherchant une solution optimale parmi. Comme illustré sur la figure 146, le concepteur a la possibilité d'explorer l'ensemble de données confort visuel (VC) donné et de sélectionner une alternative de conception en offrant la possibilité d'améliorer sa conception sélectionnée à travers les paramètres des critères de performance.
- **Galapagos** est un outil inclus dans Grasshopper, qui applique les principes de l'algorithme génétique pour faire converger l'ensemble de données vers un résultat optimal. Une fois que les nouvelles générations ont été simulées dans cette plateforme, les meilleures alternatives sont conservées, basées sur la fonction de fitness

définie jusqu'à ce que leur progéniture se rapproche d'une tendance convergente dans les valeurs maximales. (Tabadkani, Banihashemi, & Hosseini, 2018).

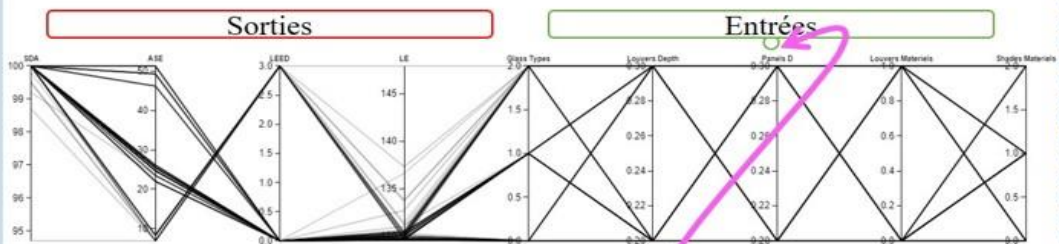
Résumés des ensembles de données :

Données fournies

- Options de conception totales: 114 (simulation).
- Fichier Excel.
- Objectifs, informations de classement, valeurs paramétriques de chaque alternative.
- Résolution de problème.

Résolution de problème:

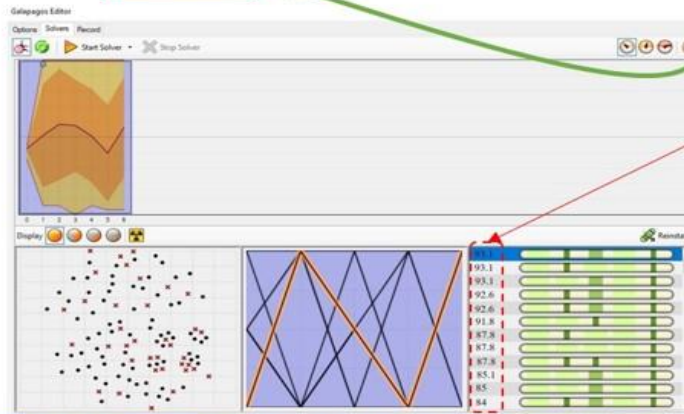
Workflow d'optimisation



Paramètres d'optimisation:
Optimiseur: Galapagos.
Attribut d'optimisation: algorithme génétique
Génome: modèle.
Fitness: Maximiser (sDA - ASE)

Genome Fitness

Algorithme génétique



ordre de remise en forme

Fichier Excel.

	DA	UDI	Sda	ASE	LEEDv4	la distance de dispositif d'ombrage à la façade (m)	Étagère à lumière largeur (m)	Matériau du radiances du dispositif d'ombrage	Matériau du radiances d'étagère à lumière	Matériau du verre	Energie d'éclairage (kWh/m²)	Energie de chauffage et de climatisation (kWh/m²)	Consommation d'énergie totale (kWh/m²)
1	90.45	93.64549	100	6.9	3	0.15	0.3	1	1	2	3.864705882	87.29645	91.16115588
2	96.32	81.36885	100	6.9	3	0.15	0.3	2	1	2	3.829411765	87.29645	91.12586176
3	95.1	87.11066	100	6.9	3	0.15	0.3	2	0	2	3.835294118	87.29645	91.13174412
4	85.82	94.84836	99.5	6.9	3	0.15	0.3	1	0	2	3.935294118	87.29645	91.23174412
5	85.83	94.85861	99.5	6.9	3	0.15	0.3	1	0	2	3.932352941	87.29645	91.22880294
6	79.96	94.84221	98.7	6.9	3	0.15	0.3	0	1	2	4.038235294	87.29645	91.33468529
7	69.69	94.68853	94.7	6.9	3	0.15	0.3	0	0	2	4.35	87.29645	91.64645

Figure 147: Résumé de l'ensemble de données des critères de performance.

Par conséquent, comme illustré sur la figure 147, Galapagos utilise le modèle et les variables comme entrées pour maximiser (sDA – ASE) via la fonction de fitness pour générer les sorties contraintes aux exigences de LEED v4.

Compte tenu des exigences de confort visuel et des normes de consommation d'énergie illustrées le cas 02 est le meilleur.

4.2.3.B. Analyse des résultats de cas 02 :

- le pourcentage du DA (96.32%) explique la présence de la lumière du jour la plupart du temps, et sDA (100%) exprime que tout la surface de plan de travail reçoit suffisamment de lumière du jour.
- le résultat du UDI explique que le 81.36% des valeurs d'éclairement sont dans plage confortable.
- le pourcentage de l'ASE indique que juste le 6.9% de surface de plan de travail reçoit la lumière directe du soleil.
- Le coût de l'éclairage, de climatisation et de chauffage est faible, De plus, l'espace répondait aux normes des LEEDv4.

◆ Le facteur de la lumière du jour :

Le moyen de FLJ de était de 1.85, ce qui est un facteur Faible (éblouissement négligeable).

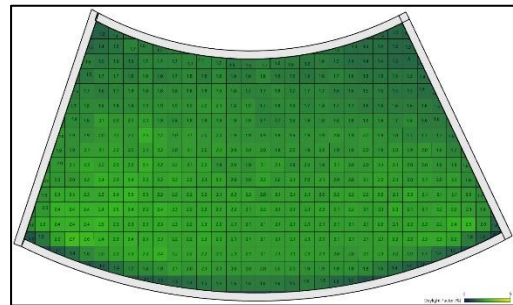


Figure 148: facteur de la lumière du jour.

• Cas du 21-03 : Heure : 10 :00

-Le Figure 149 (image HDR) montre l'absence des taches solaires Et la clarté de la vision.

-Le Figure 150 : le pourcentage du 22% exprime un éblouissement imperceptible, et on remarque également la répartition régulière de la lumière naturelle.

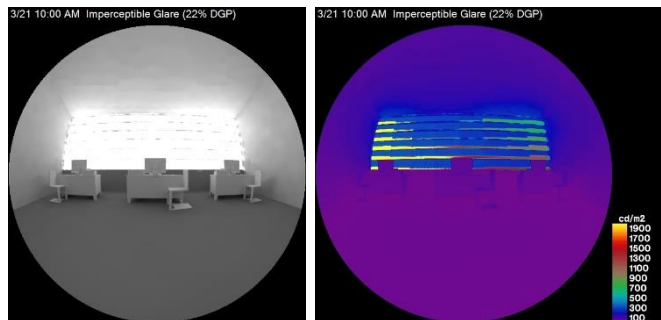


Figure 149: image HDR.

Figure 150: la luminance.

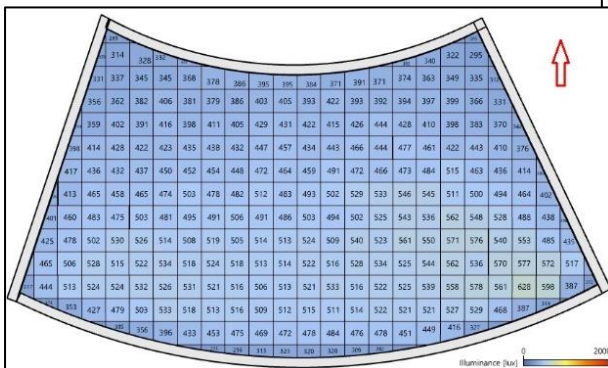


Figure 151: le niveau d'éclairement.

21 mars / 10:00 AM			
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	Indice d'uniformité
295	468	628	0.63

Figure 151 : Nous remarquons que la quantité de lumière à l'intérieur du bureau est suffisante avec un éclairage moyen de 468 lux, l'index d'uniformité indique la valeur IU= 0.63 expriment un éclairage réparti uniformément.

● **Cas du 21-06** : Heure : 10 :00

-Le Figure 152 (image HDR) montre l'absence des taches solaires Et la clarté de la vision.

-Le Figure 153 : le pourcentage du 21% exprime un éblouissement imperceptible, et on remarque également la répartition régulière de la lumière naturelle.

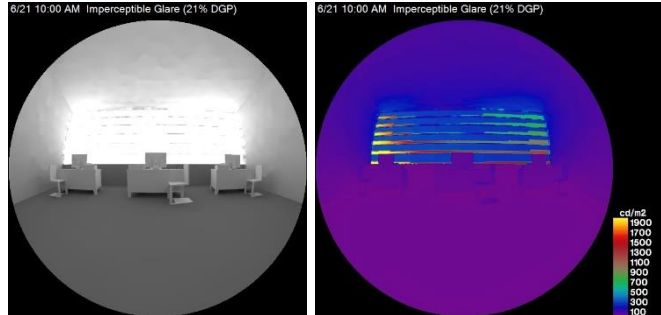
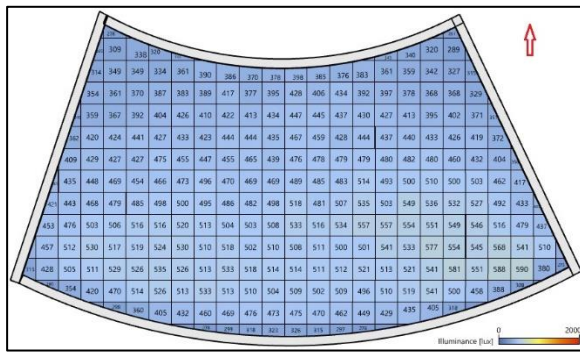


Figure 152: image HDR

Figure 153: la luminance.



21 juin / 10:00 AM			
Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	Indice d'uniformité
289	468	590	0.62

Figure 154: le niveau d'éclairement.

Figure 154 : Nous remarquons que la quantité de lumière à l'intérieur du bureau est suffisante avec un éclairage moyen de 468 lux, l'index d'uniformité indique la valeur IU= 0.62 expriment un éclairage réparti uniformément.

● **Cas du 21-12** : Heure : 10 :00

-Le Figure 155 (image HDR) montre l'absence des taches solaires Et la clarté de la vision.

-Le Figure 156 : le pourcentage du 24% exprime un éblouissement imperceptible, et on remarque également la répartition régulière de la lumière naturelle.

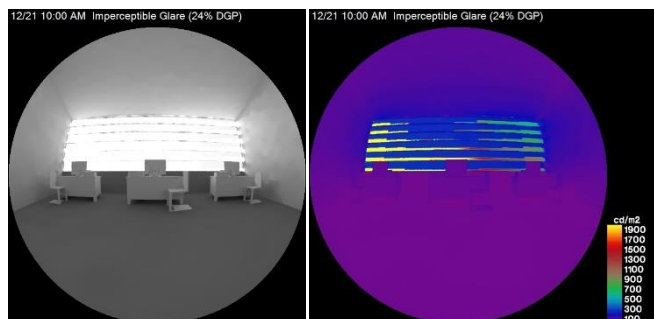


Figure 155: image HDR.

Figure 156: la luminance.

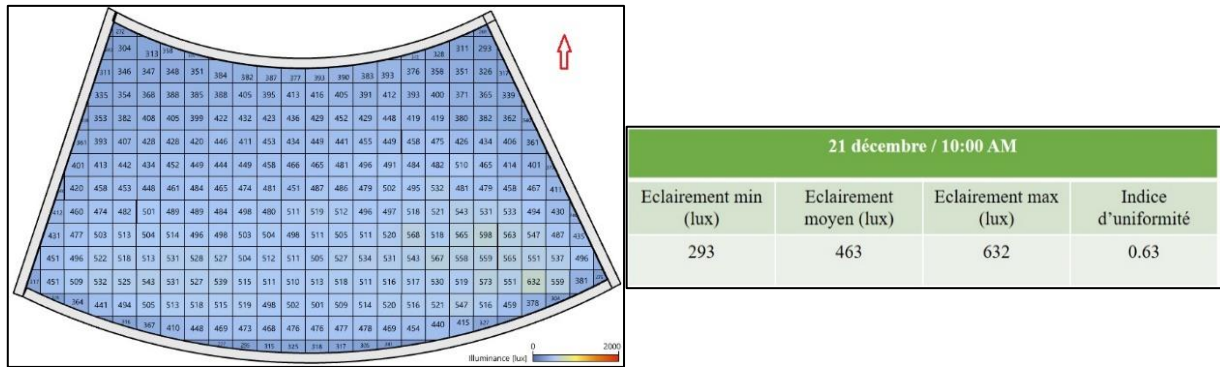


Figure 157: le niveau d'éclairément.

Commentaire : Nous remarquons que la quantité de lumière à l'intérieur du bureau est suffisante avec un éclairément moyen de 463 lux, l'index d'uniformité indique la valeur $IU=0.63$ expriment un éclairage réparti uniformément.

◆ **Conclusion :**

- Les résultats ont montré une réduction de la consommation d'énergie de 40% en plus d'une amélioration des performances du façade dynamique par rapport à le système la précédente, avec une augmentation de l'UDI avec 87.5%, tout en minimisant 72,7% de l'inconfort visuel (ASE) et en maintenant un environnement sans éblouissement pour les usagers.
- Concernant les réponses unitaires, les résultats ont montré que le pourcentage d'ouverture des motifs rectangulaires a un effet positif sur la répartition de l'éclairage interne tout en évitant l'exposition directe au soleil en installant des light shelves horizontales.
- De plus, les matériaux opaques et les matériaux translucides avec réflectance élevée sont la meilleure combinaison de configurations de style pour répondre aux exigences de confort visuel basées sur l'indice LEED v4. En conséquence, l'écran acclimaté optimisé dans cette recherche s'est avéré donner de bien meilleurs résultats en termes de distribution de la lumière du jour utile par rapport au cas de base sans ombrage.

IX. CONCLUSION GENERALE

Dans ce modeste travail, nous nous sommes interrogé sur la démarche conceptuelle et de durabilité qu'on doit opter pour produire une architecture adaptée au contexte local de la ville de Laghouat, puis nous avons tenté d'y répondre en mettant en avant quelques hypothèses telles que l'effet de la façade cinétique et de ses matériaux sur les types de corrections à apporter pour assurer confort visuel et rationalisation de la consommation d'énergie dans nos futurs équipements, et c'est ce à quoi nous avons tenté de répondre à travers cette méthodologie, où les résultats étaient encourageants, car cela indiquait la possibilité d'atteindre un confort visuel de 87,5% des heures ouvrables, et une économie d'énergie de 40%. Ce qui indique que les hypothèses sont confirmées.

Malgré les résultats encourageants, certaines lacunes doivent être reconnues :

- Premièrement, il est nécessaire de travailler sur le développement de l'algorithme pour atteindre maximiser le confort visuel, et cela soulève devant nous l'obstacle technique, car les opérations d'amélioration de cet algorithme nécessitent des équipements techniques développée.
- Deuxièmement, ne pas étudier la quantité d'énergie consommée pour le fonctionnement de la façade cinétique, qui ne Il est volumineux car l'algorithme d'ouverture et de fermeture des éléments mobiles existe déjà et nous n'avons pas besoin de capteurs pour régler l'éclairage intérieur sauf en cas d'urgence.
- Troisièmement : ne pas se plonger dans l'étude du confort thermique qui permet d'économiser plus d'énergie.

Enfin, une conception architecturale ne peut jamais être définitive, car elle reste toujours un sujet de vérification et d'amélioration en ouvrant le champ à d'autres recherches et études susceptibles d'enrichir et d'approfondir les connaissances dans ce domaine.

X. BIBLIOGRAPHIE

- **Ouvrage :**

- ARCHITECTES, B. B. (2015). *Une architecture de relations : les enjeux du récit architectural*. Bulletin des bibliothèques de France. Récupéré sur Les enjeux du récit architectural: <https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2015-04-0046-004>
- Iyyanki V. Muralikrishna, & Valli Manickam. (2017). *Environmental Management*. Elsevier.
- l'habitat, M. d. (1993). RECOMMANDATIONS ARCHITECTURALES . ENAG.
- Liébard, A., & De Herde, A. (2006). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*. Éd. Le moniteur.
- Mazouz, S. (2004). *Éléments de conception architecturale*. éditions OPU.
- Neufert, E., & Neufert, P. (2012). *Architects' data*. John Wiley & Sons.

- **mémoires et thèses :**

- Ben Arfa, K. (2007). *L'occupation de l'ilot en zone aride pour une protection contre le rayonnement solaire direct : cas de la ville de Laghouat (Mémoire de magister en architecture)*. Université Omar Telidji de Laghouat.
- MOKEDDEM. M. (2012). *modele de conception de la fenetre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides : cas de la ville de laghouat (Mémoire de magister en architecture)*. Université Omar Telidji de Laghouat.
- Viktoriya , M. (2008). *the impact of window-to-wall ratio on energy intensity of existing office buildings in ontario and Quebec (Bachelor of Civil Engineering)*. Ryerson University.
- Zemmouri, N. (1987). *Daylight optimisation for energy conservation in buildings: with reference to Algeria (Doctoral dissertation)*. University of Bath.

- م. لمى عدنان يوسف. (2013). *تصميم فراغات العمل في المباني الادارية على مثال سوريا (درجة الماجستير في الهندسة المعمارية)*. جامعة دمشق.

• **Articles de revues scientifiques :**

- Bakke, & J. W. (2007). The Nordic workplace design for knowledge work. *Nordic Innovation Centre*.
- BFF. (2020). *La gestion énergétique naturelle*. adexsi. Récupéré sur adexsi: <https://www.adexsi.fr/livre-blanc/regulation-pilotage>
- Carlucci, S., Causone, F., De Rosa, F., & Pagliano, L. (2015). A review of indices for assessing visual comfort with a view to their use in optimization processes to support building integrated design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Duzat, A. (1971). *Nouveau dictionnaire étymologique et historique*. éd. Larousse. Récupéré sur <https://www.abebooks.fr/rechercher-livre/titre/larousse-dictionnaire-etymologique/>
- Floru, R. (1996). Eclairage et vision.
- Klepeis, N., Nelson, W., Ott, W., Robinson, J., Tsang, A., Switzer, P., . . . Engelmann, W. (2001). The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*.
- Pauley, S. (2004). Lighting for the human circadian clock: Recent research indicates that lighting has become a public health issue. *Medical Hypotheses*.
- Pesenti, M., Masera, G., & Fiorito, F. (2015). Shaping an Origami shading device through visual and thermal simulations. *Energy Procedia*.
- Steen, D. (2004). The Sustainable Office. *An exploration of the potential for factor 20 environmental improvement of office accommodation*.
- Tabadkani, A., Banihashemi, S., & Hosseini, M. (2018, 08). Daylighting and visual comfort of oriental sun responsive skins. *A parametric analysis*.

• **Site internet :**

- *A propose de la CASNOS*. (2020, 07 08). Récupéré sur casnos: <http://casnos.com.dz/presentation/>
- *Administration*. (2020, 07 08). Récupéré sur La Toupie : <http://www.toupie.org/Dictionnaire/Administration.htm>

- *archspeech*. (2020, 01 08). Récupéré sur Bureau de jardin: <https://archspeech.com/article/za-cho-ne-lyubyat-openspeysy-6-arhitekturnyh-oshibok>
- *CLIMAT LA HAYE*. (2020, 08 08). Récupéré sur climate-data: <https://fr.climate-data.org/europe/pays-bas/south-holland/la-haye-2101/>
- *CLIMAT NOAIN*. (2020, 08 08). Récupéré sur Climate-Data: <https://fr.climate-data.org/europe/espagne/navarre/noain-8932/>
- *Conditionnement d'air d'un immeuble de bureaux*. (2020, 08 08). Récupéré sur energieplus: <https://energieplus-lesite.be/concevoir/climatisation3/exemples-pour-des-locaux-specifiques3/conditionnement-d-air-d-un-immeuble-de-bureaux/>
- *Facteur de lumière du jour*. (2007, 09 25). Récupéré sur energieplus: <https://energieplus-lesite.be/theories/eclairage12/physique-lumiere/facteur-de-lumiere-du-jour/>
- *L'architecture durable*. (2020, 07 08). Récupéré sur architecte de batiment: <https://www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique/>
- *La phytoremédiation*. (2020, 08 08). Récupéré sur blue-set: <https://www.blue-set.com/phytoremediation-definition-concept-general/>
- *Labels de la construction*. (2020, 08 08). Récupéré sur openeditio: <https://journals.openedition.org/developpementdurable/8834>
- *Le bureau à aire ouverte*. (2019, 12 10). Récupéré sur onlinebuildings: http://studley.onlinebuildings.com/brochures/2973_9_21_2007_12_34_21.cfm
- *LE CONFORT VISUEL*. (2020, 09 08). Récupéré sur mysti2d: <http://www.mysti2d.net/legarros/AC/07/Le%20confort%20visuel/Le%20confort%20Visuel.html?Documentsdesynthse.html>
- *Les maison bioclimatiques*. (2020, 08 08). Récupéré sur demeures dunord: <http://www.demeuresdunord.com/les-bioclimatiques>
- *Les services administratifs de l'État*. (2019, 11 15). Récupéré sur superprof: <https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/ses/cours-ses2/2nde-ses2/administration-secteur-etatique.html>
- *Natural Lighting*. (2020, 08 09). Récupéré sur greenhome: <https://greenhome.osu.edu/natural-lighting>
- SageGlass. (2018, 02 14). Le verre électrochrome. *QU'EST-CE QUE LE VERRE*. Récupéré sur sageGlass: <https://www.sageglass.com/fr/article/quest-ce-que-le-verre-electrochrome#:~:text=D%C3%A9finition%20du%20verre%20%C3%A9lectrochrome,%2C%20fa%C3%A7ades%20et%20murs%2Drdeaux>.

- *Schaer Headquarter*. (2020, 09 08). Récupéré sur archdaily:
<https://www.archdaily.com/883532/schaer-headquarter-monovolume-architecture-plus-design/5a08dbc5b22e3847630000e3-schaer-headquarter-monovolume-architecture-plus-design-section>
- Sterner, C. (2020, 08 08). *Measuring Daylight*. Récupéré sur sketchup:
[https://blog.sketchup.com/article/measuring-daylight-dynamic-daylighting-metrics-what-they-mean-designers#:~:text=Spatial%20Daylight%20Autonomy%20\(sDA\)%20describes,of%20the%20annual%20occupied%20hours](https://blog.sketchup.com/article/measuring-daylight-dynamic-daylighting-metrics-what-they-mean-designers#:~:text=Spatial%20Daylight%20Autonomy%20(sDA)%20describes,of%20the%20annual%20occupied%20hours).
- **Organismes :**
- ANDI. (2013). *Invest in Alegria wilaya de Laghouat*. Récupéré sur
<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Laghouat.pdf>
- BÂTIMENT, F. F. (3e édition). *FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT*.
Récupéré sur
http://www.d13.ffbatiment.fr/Files/pub/Fede_N00/FFB_PUBLICATION_3349/82733ad3-e92a-4b7a-8452-c0889c7144e4/PJ/100_mots_de_la_construction_durable.pdf
- Station météo Laghouat.
- Norme NBN EN 13779 (2007).
- **Cours :**
- Leila, S. (2019). *Les origines et fondements de la construction soucieuse de l'environnement, Master 1, Université Mohamed KHIDER*. Récupéré sur calameo:
<https://en.calameo.com/read/00089986915d245d9d289>
- Rabah, D. :. (2020, 08 08). *plateforme de cours Master 1 UMB M'sila*. Récupéré sur Université Med BOUDIAF M'sila:
<https://193.194.92.168/moodle/course/view.php?id=187>

XI. ANNEXES

XI.1. Annex 01 :

1. Normes de conception pour les bâtiments administratifs :

1.1.1.A. 1.1. Tendances des solutions architecturales pour les bâtiments administratifs :

a) Solution horizontale :

- Une des solutions appropriées dans les banlieues éloignées où le prix du terrain est bon marché. Ce qui distingue cette conception est de ne pas se lever du sol de plus de 2 ou 3 étages.

◆ **Les avantages :** Conceptions flexibles, L'éclairage naturel et la ventilation facilitent l'installation d'éléments mécaniques

◆ **Les inconvénients :** la superficie terrestre consommée

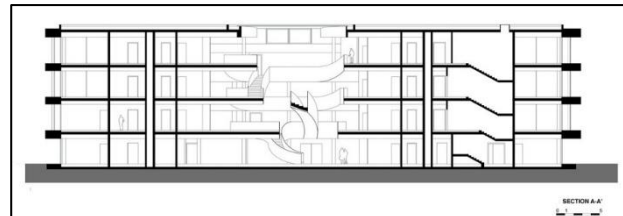


Figure : Un exemple illustrant une solution horizontale

b) Solution verticale :

- La solution verticale est considérée comme une solution appropriée dans les centres-villes (manque de terrains et prix élevé).

◆ **Les avantages :** Réduire la surface de la terre consommée.

◆ **Les inconvénients :** Difficulté de conception, Problèmes de manque d'éclairage naturel et bonne ventilation, difficile à mettre des éléments mécaniques.

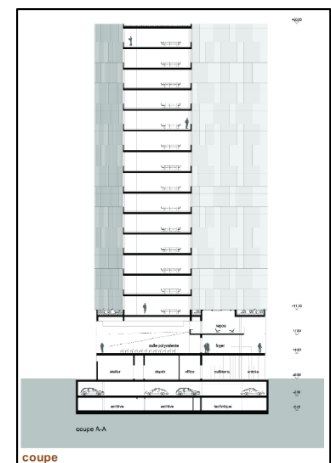


Figure : Un exemple illustrant une solution verticale.
Source : www.fonds-belval.lu

1.1.1.B. 1.2. NORMES POUR LES ESPACES :

a) Espaces de bureaux :

Les espaces de bureau dépendent d'équipement de son utilisation. En général, il existe ce que nous appelons le poste de travail, qui est une unité de mobilier et utilisé.

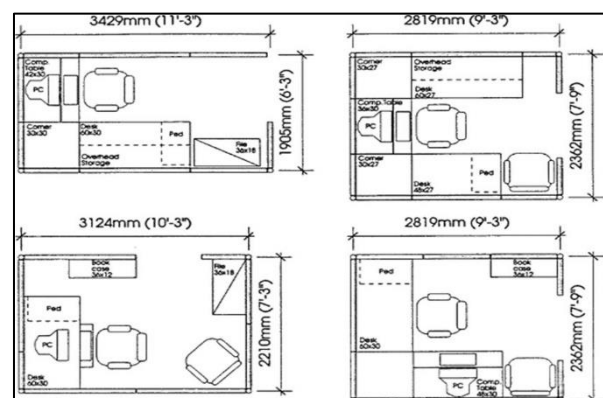
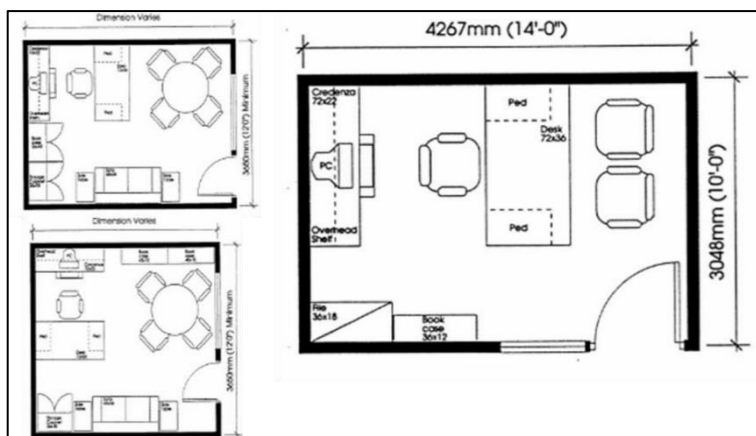


Figure: different types of workstations. Source: Neufert 2012

1.1.1.B.1 Salles de réunion et de conférence :

Les salles de réunion étant un standard de fonctionnalité, le tableau indique la surface de cet espace en fonction de sa capacité :

Figure : différents types de postes de travail fermés. Source : Neufert et Ernst 2012.



Nombre de personnes	La surface
De 4 à 5 personnes	11.15 m ²
De 5 à 7 personnes	13.9 m ²
Réunion de 12 personnes	22.3 m ²

Tableau : espace standard des salles de réunion et de conférence.

Les figures ci-dessous représentent les zones et la répartition du mobilier dans les salles de réunion.

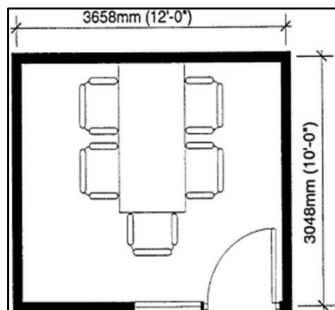
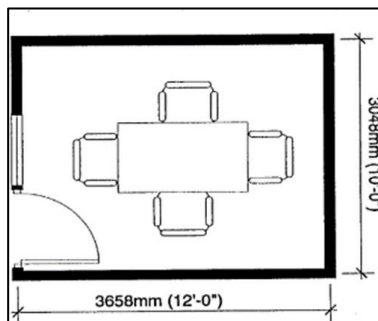


Figure : salle de réunion avec 5 personnes. Source : (Neufert et Ernst 2012)



Figure

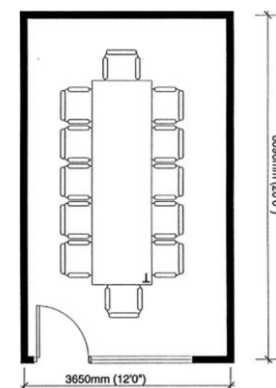


Figure : salle de réunion de 8 à 12 personnes. Source : (Neufert et Ernst 2012)

1.1.1.B.2 Couloirs et circulation :

La figure représente la dimension standard du couloir. Ainsi, la largeur minimale du couloir est de 1,52 m pour un confort minimum.

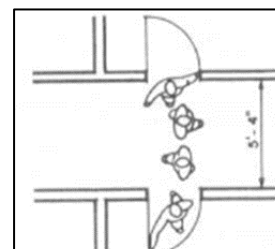


Figure : conception des corridors. Source : (Neufert et Ernst 2012)

1.1.1.B.3 W.C (toilettes) :

La figure ci-dessous représente les dimensions standard des espaces de W.C.

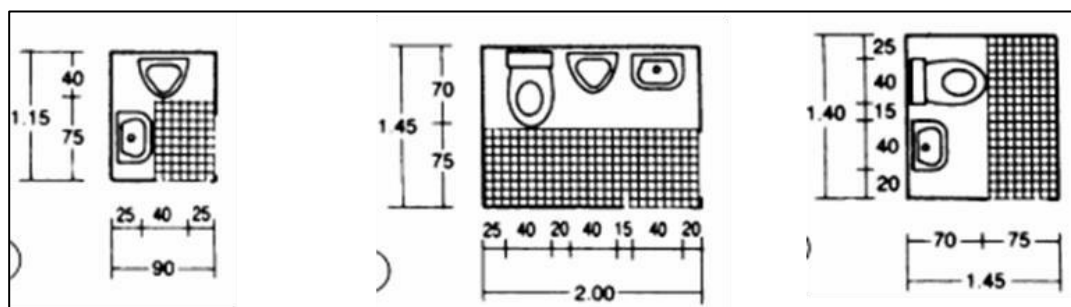


Figure : différentes unités utilisées dans les salles de bain.

Source : (Neufert et Ernst 2012)

La distribution des meubles dépend de la relation fonctionnelle qui existe entre eux. Elle pourrait être similaire à la figure ci-dessous.

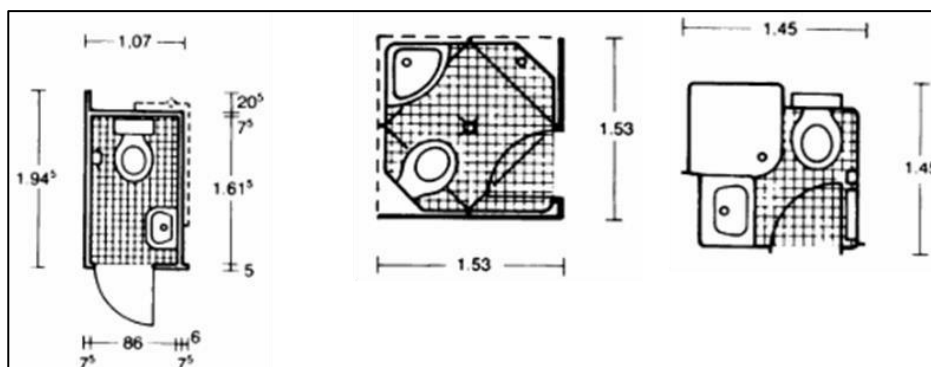


Figure : répartition du bloc sanitaire en fonction de la relation fonctionnelle. Source : (Neufert et Ernst 2012)

1.1.1.B.4 Petite cafétéria - restaurant :

La cafétéria de l'immeuble de bureaux est un petit restaurant pour les employés. Les réviseurs pourraient l'utiliser pendant le temps d'attente. Ce sera donc pour les petits travaux.

La cafétéria doit avoir une position au rez-de-chaussée plus proche des réviseurs et des employés.

Les dimensions standard pour la personne à manger confortablement représentées à la figure.

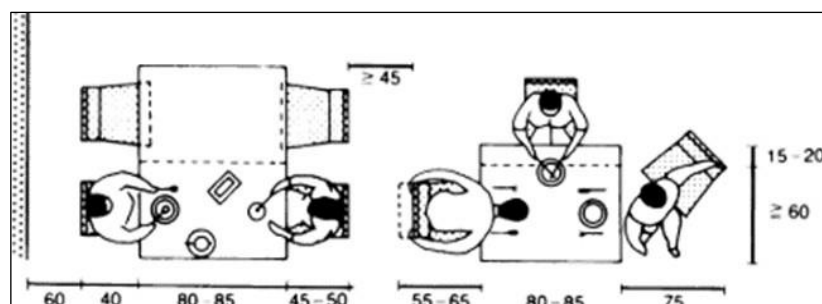


Figure : espaces pour tables et chaises dans les restaurants.

Source : (Neufert et Ernst 2012)

1.1.1.B.7 Les Escaliers :

Pour les cas d'urgence (incendies et tremblements de terre), les escaliers doivent être à l'extérieur pour éviter de nombreux blessés.

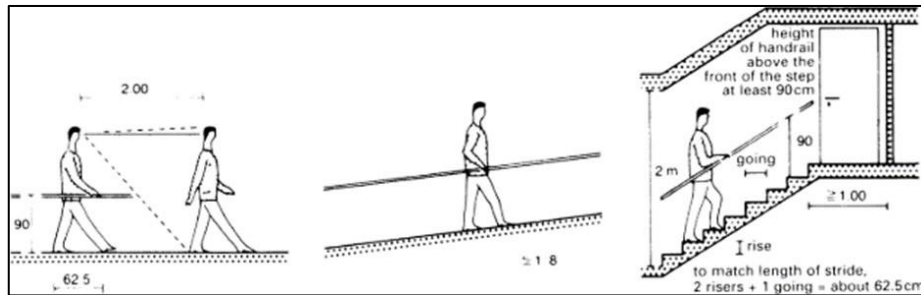


Figure : conception d'escalier recommandée. (Neufert and Ernst 2012)

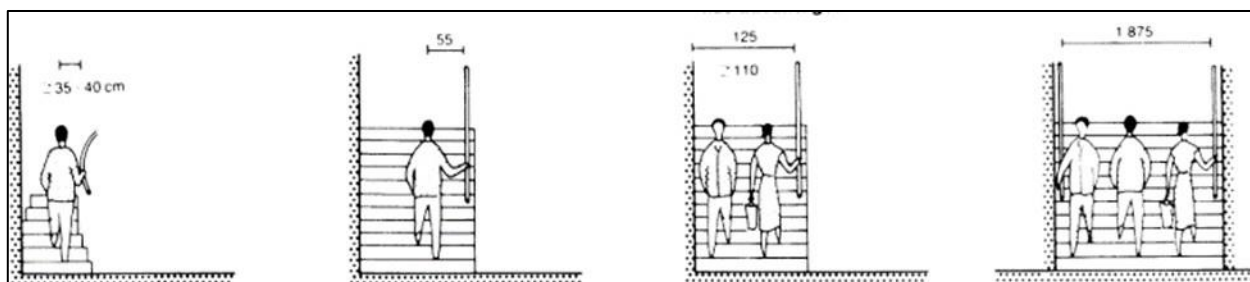


Figure : conception d'escalier recommandée. (Neufert and Ernst 2012)

1.1.1.B.8 Les entrées :

L'entrée du bâtiment doit être large et belle et confortable pour le mouvement et les mouvements. L'entrée doit également être placée dans une direction spécifique requise par la conception environnementale et architecturale. (Neufert and Ernst 2012).

XI.2. Annexe 02 :

2.1.1.A. le confort visuel :

Le terme confort visuel se réfère à l'appréciation subjective d'un environnement qui permet de travailler aisément tout au long de la période de travail. Une bonne visibilité est une condition nécessaire mais pas suffisante pour effectuer des activités facilement et confortablement. En effet, tandis que la visibilité est conditionnée en premier lieu par le niveau d'éclairage et le contraste entre le détail et le fond, le confort visuel dépend de la qualité de l'éclairage et de la façon dont la lumière est distribuée sur toute les surfaces présentes dans le champ visuel de l'opérateur (Floru, R. 1996).

Les interventions liées aux paramètres du confort visuel : (Alain Liébard & André de Herde, 2006)

Le niveau d'éclairage de la tâche visuelle.

La répartition de la lumière dans l'espace.

Les rapports de luminance dans le local.

L'absence d'ombres gênantes.

La mise en valeur du relief et du modelé des objets.

La vue vers l'extérieur.

Le rendu des couleurs.

La teinte de lumière.

L'absence d'éblouissement.

Les paramètres du confort visuel : (LE CONFORT VISUEL, 2020)

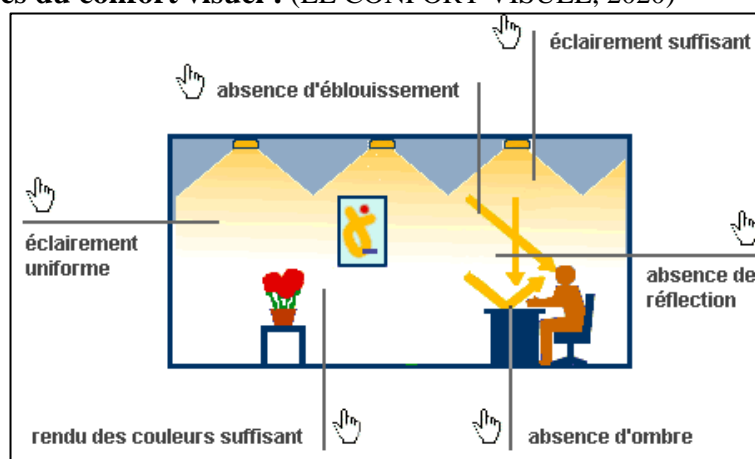


Figure : Paramètres du confort visuel. Source : www.mysti2d.net

Les critères du confort visuel :

-Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature

des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur.

-Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation.

-La quantité de lumière naturelle.

-La qualité de l'éclairage naturel qui est mesurée par le facteur de lumière du jour.

-La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses

énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs.

-La relation visuelle avec l'extérieur.

- principales sources d'inconfort visuel :

Eblouissement : trop fort contraste de luminance dans le champ visuel

Eclairage insuffisant : source de fatigue

Variation trop rapide de l'intensité d'éclairage

Mauvais rendu des couleurs : spectre de la lumière inadapté.

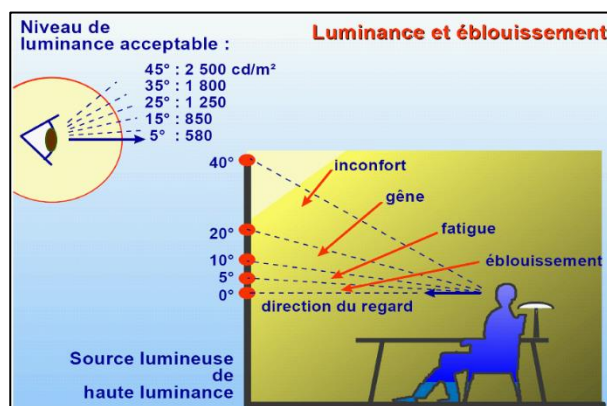


Figure : Les sources d'inconfort visuel. Source : www.mysti2d.net

2.1.1.B. L'éclairage naturelle :

Définition : L'éclairage naturel est une technique qui apporte efficacement la lumière naturelle dans votre maison à l'aide de vitrages extérieurs (fenêtres, puits de lumière, etc.), réduisant ainsi les besoins d'éclairage artificiel et économisant de l'énergie. Il a été prouvé que l'éclairage naturel augmente les niveaux de santé et de confort des occupants du bâtiment. (Natural Lighting, 2020)

Les paramètres d'influencer au l'éclairage naturel :

Bien des paramètres viennent influencer de manière plus ou moins significative la pénétration de la lumière dans les espaces de travail :

- L'orientation des façades ;
- La présence d'ombres reportées
- (Bâtiments ou autres façades du bâtiment étudié faisant de l'ombre) ;

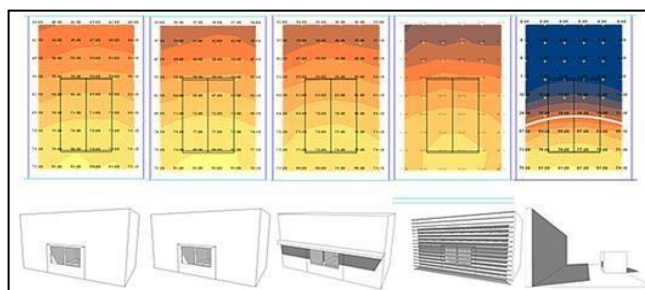


Figure : Vitrage clair. Vitrage sélectif. Auvent. Lamelles. Ombre reportée. Source : www.energieplus-lesite.be

- La taille, la forme et la position des baies vitrées dans les façades ;
- La forme et les dimensions des trumeaux ;
- Les caractéristiques des vitrages ;
- La présence de protection solaire (fixe, mobile, ...).

Les system d'éclairage naturelle :

Le second jour :

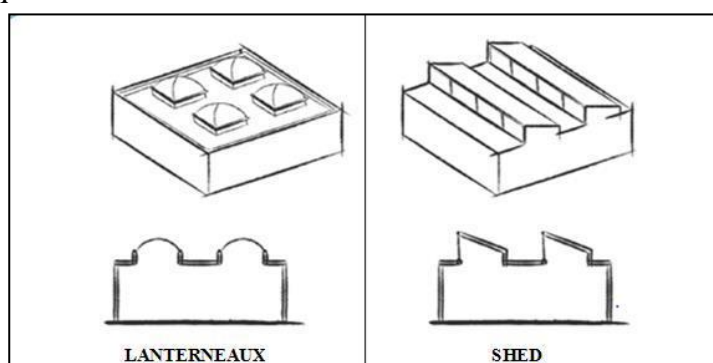
Principe	Apport de lumière naturelle par une ouverture donnant sur un espace bénéficiant de lumière du jour directement depuis l'extérieur.
Avantages	Permet de créer une impression de lumière naturelle dans un local privé de premier jour et de le faire bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle.
Inconvénients	N'offre pas (ou rarement) De vue sur l'extérieur. Ne permet pas d'obtenir des niveaux d'éclairage suffisants pour effectuer une tâche visuelle.
Mise en œuvre	Dispositif adapté aux locaux à occupation passagère comme par exemple les circulations ou les espaces reprographie. Ou encore locaux avec premier jour éclairés en fond de pièce par une circulation adjacente.

Les sheds et
lanterneaux :

Tableau : Techniques de second jour. Source : www.architectefredericbogino.com

Principe	Apport de lumière naturelle zénithale par une ouverture donnant sur l'extérieur.
Avantages	À surface égale, les prises de jour horizontales permettent d'offrir deux fois plus de lumière qu'une fenêtre verticale. Bon moyen d'améliorer l'uniformité en fond de pièce ou d'apporter de la lumière naturelle dans les circulations du dernier niveau d'un bâtiment.

Inconvénients	N'offrent pas de vue sur l'extérieur. Des déperditions et surchauffes peuvent être générées. Il conviendra de choisir un facteur solaire adapté, notamment par une protection solaire extérieure. Possibilité d'éblouissement par le soleil direct au travers des lanterneaux si le vitrage n'est pas diffusant.
Mise en œuvre	Pour les sheds, veiller à orienter l'ouverture au nord pour ne pas laisser pénétrer le rayonnement solaire direct. Choisir un coefficient de réflexion lumineuse le plus élevé possible pour les costières des lanterneaux.

Tableau : Techniques des sheds et lanterneaux. Source : www.asso-iceb.orgFigure : Schéma des sheds et lanterneaux. Source : www.asso-iceb.org

Les atriums/patios et puits de lumière :

Principe	Apport de lumière naturelle par un volume extrudé plus ou moins grand au cœur d'un bâtiment.
Avantages	La création d'un atrium/patio au centre d'un bâtiment peut être une solution adaptée dans le cas d'une construction à la géométrie compacte (i.e. carrée).
Inconvénients	N'offre pas ou peu de vue sur l'extérieur. L'apport de lumière naturelle chute rapidement d'un étage à l'autre (diminution rapide de la composante directe). Peut poser des problèmes de vis-à-vis et d'intimité.
Mise en œuvre	Préférer cette solution pour des bâtiments peu élevés ou veiller à ce que la largeur du patio/ atrium soit supérieure à la hauteur du bâtiment Veiller à choisir un coefficient de réflexion lumineuse élevé pour les parois et le sol. Préférer un patio ouvert à un atrium fermé qui pourra diminuer jusqu'à 30 % la quantité de lumière naturelle.

Tableau : Techniques des atriums/patios et puits de lumière. Source : www.asso-iceb.org

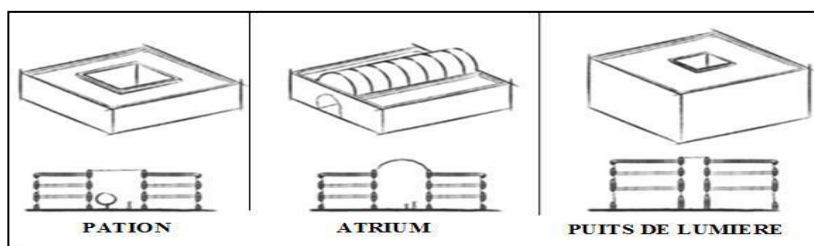


Figure : Schéma des atriums et patios et puits de lumière. Source : www.asso-iceb.org

Les étagères à lumières :

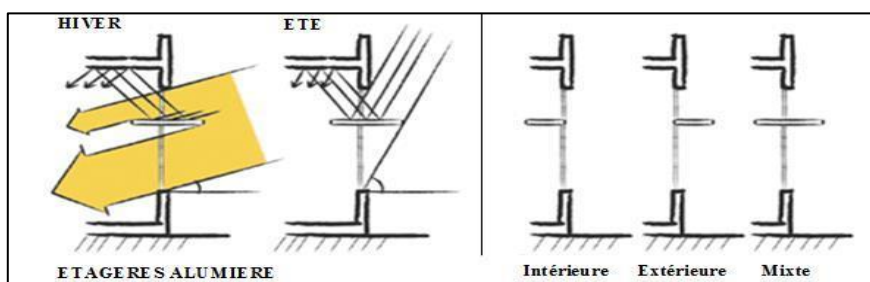


Figure : Types et mécanisme de travail des étagères à lumières. Source : www.asso-iceb.org

Principe	Dispositif permettant de rediriger la lumière naturelle en fond de pièce à l'aide d'un plan réfléchissant positionné sur une baie (Généralement un tiers de la hauteur de la fenêtre sous le linteau) et perpendiculairement (ou légèrement incliné) à celle-ci.
Avantages	Diminue les niveaux d'éclairement élevés à proximité de la fenêtre et améliore donc l'uniformité. Permet d'apporter de la lumière naturelle en fond de pièce. Peut servir de brise-soleil en été sur une façade sud. Permet de bénéficier des apports solaires en hiver sur une façade sud.
Inconvénients	Dans le cas d'une étagère à lumière couplée à un brise-soleil, les performances du système peuvent chuter rapidement si un entretien et un nettoyage régulier ne sont pas effectués
Mise en œuvre	Préférer la mise en place de ce système sur une façade sud.

Tableau : Techniques des étagères à lumières. Source : www.asso-iceb.org.

XI.3. Annexe

03 :

LES VUES 3D EXTERIEURS :

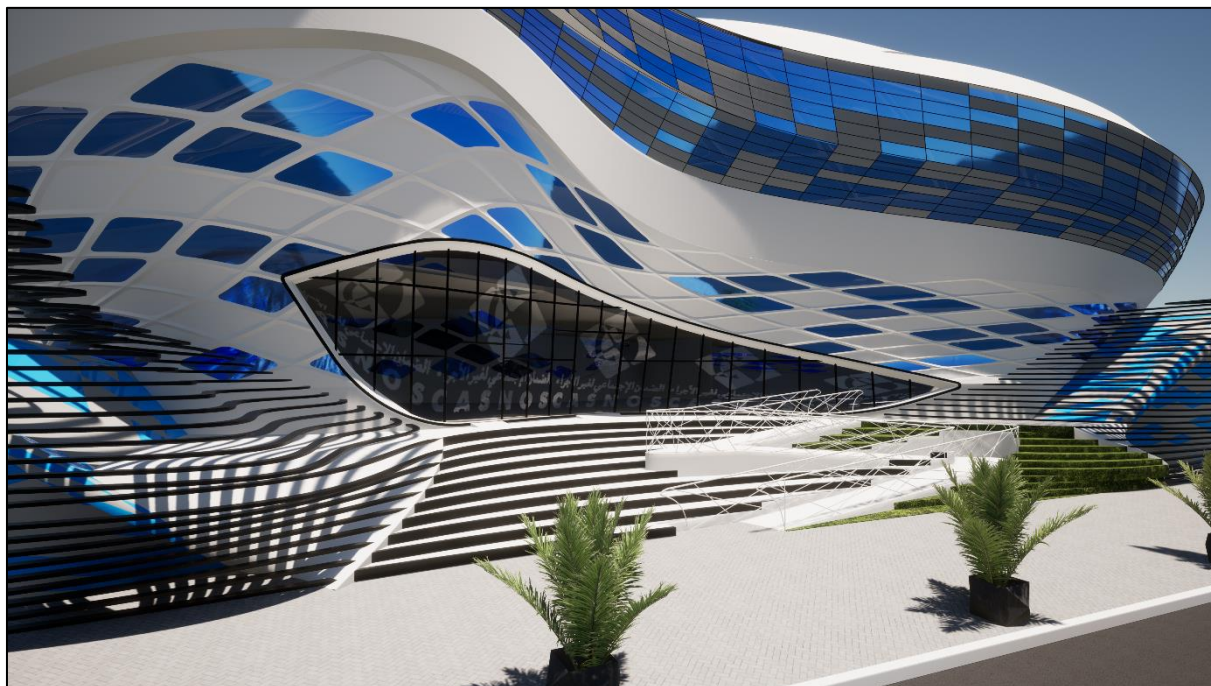


Figure : Vue sur l'entrée principale du projet.

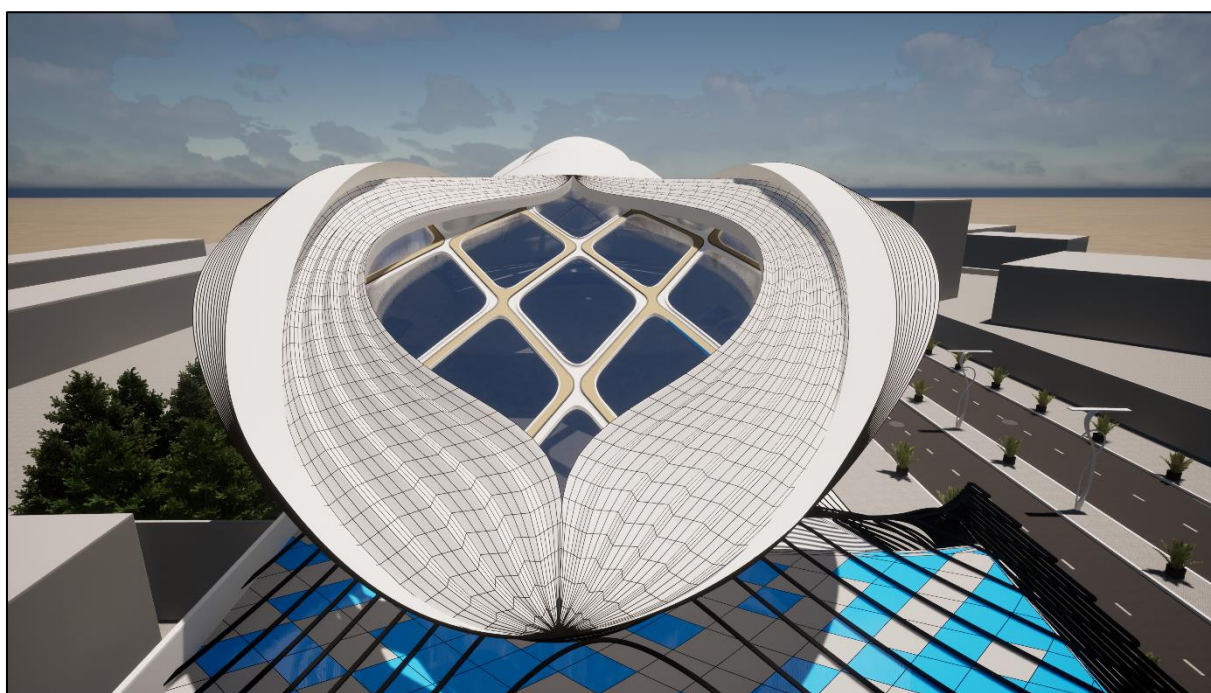


Figure : Vue sur l'ouest atrium du projet.

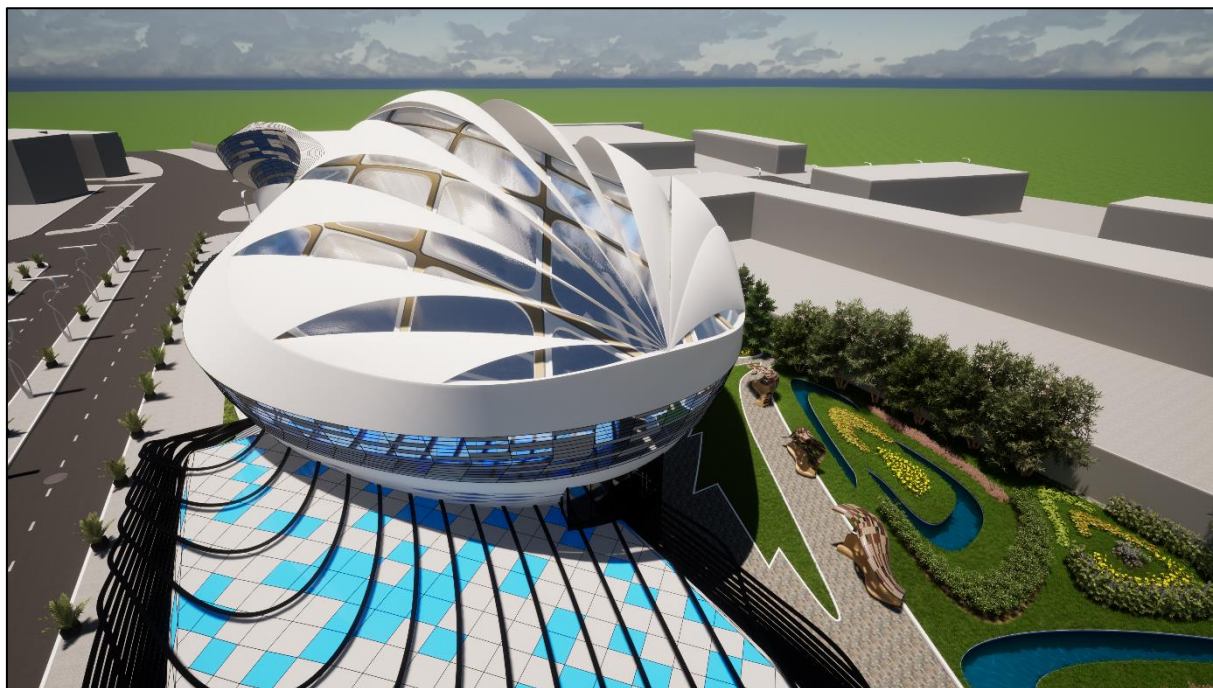


Figure: Vue sur l'est atrium.

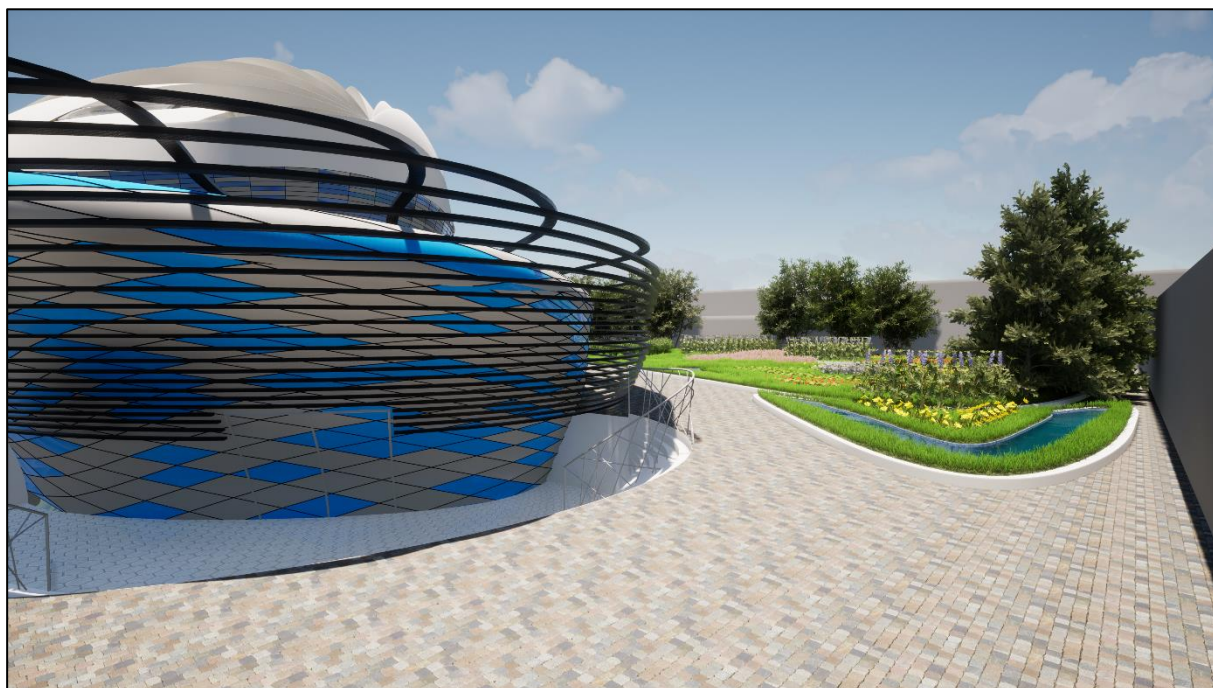


Figure : Vue sur l'entrée est du socle et le jardin.

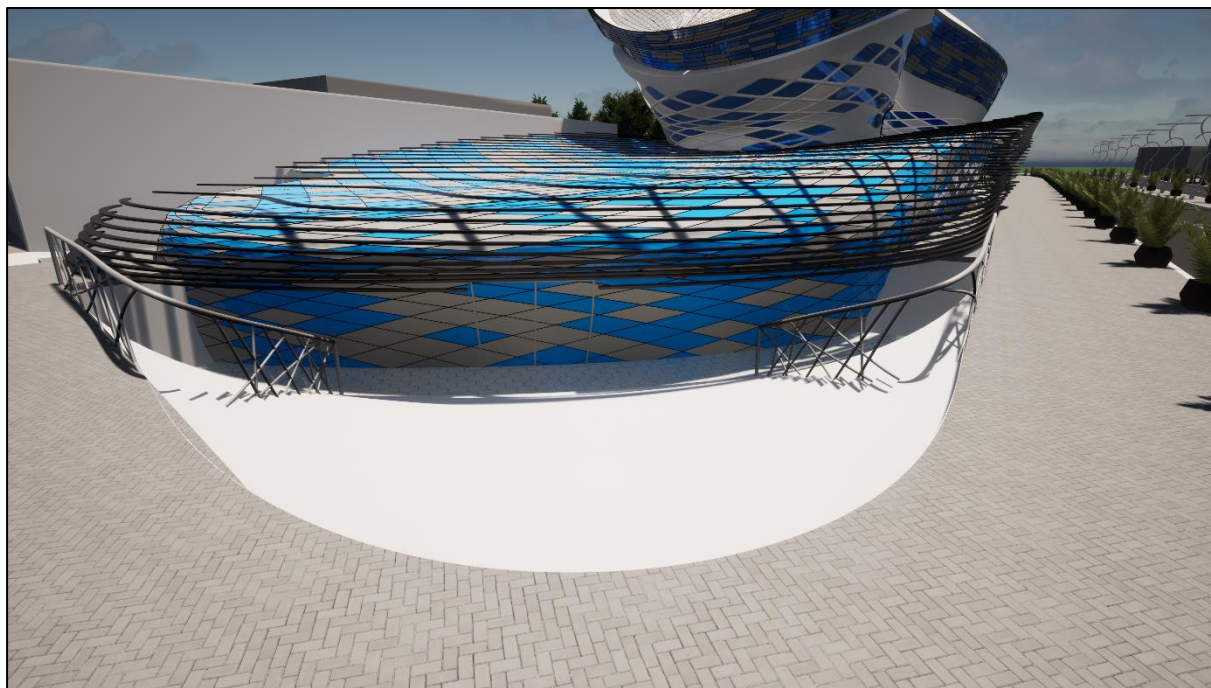


Figure : Vue sur l'entrée ouest du socle.



Figure : Vue sur le jardin.

XI.4. Annexe

04 :

LES

AMENAGEMENTS

INTERIEURS :

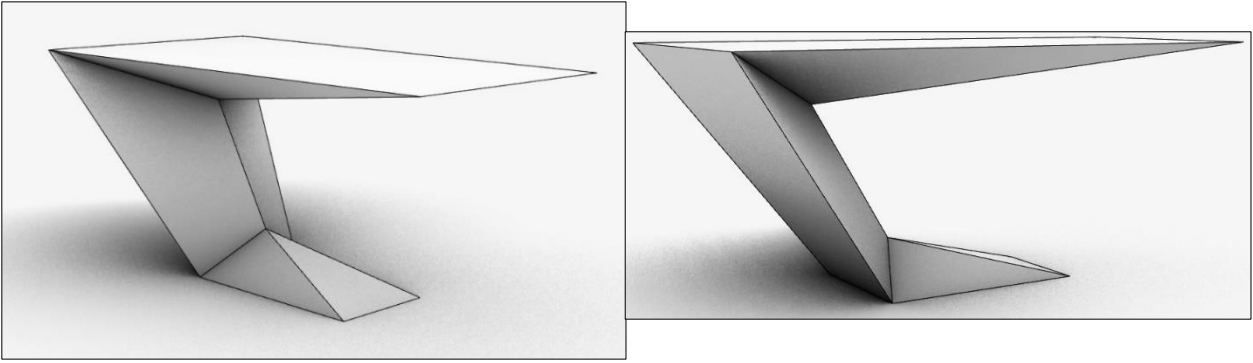


Figure : Bureau 01.

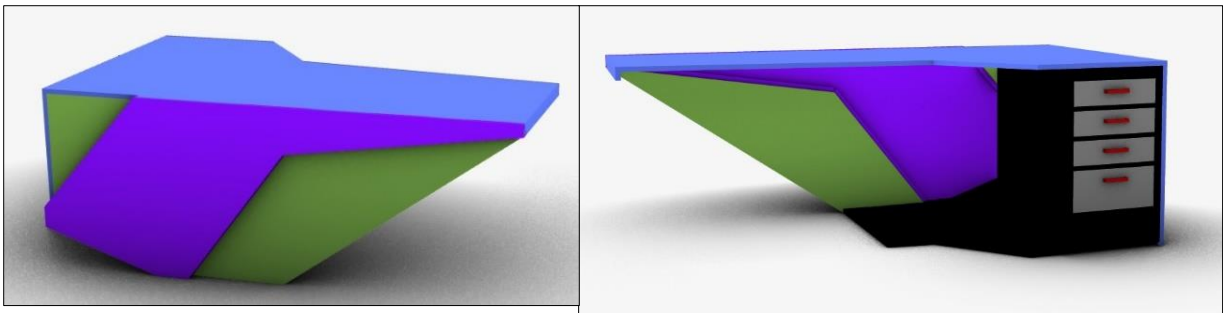


Figure : Bureau 02.



Figure : chaise 01.

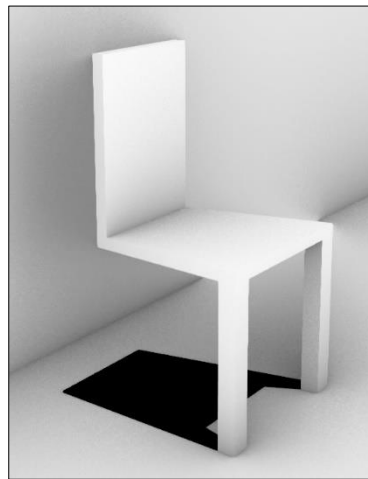


Figure : chaise 02.

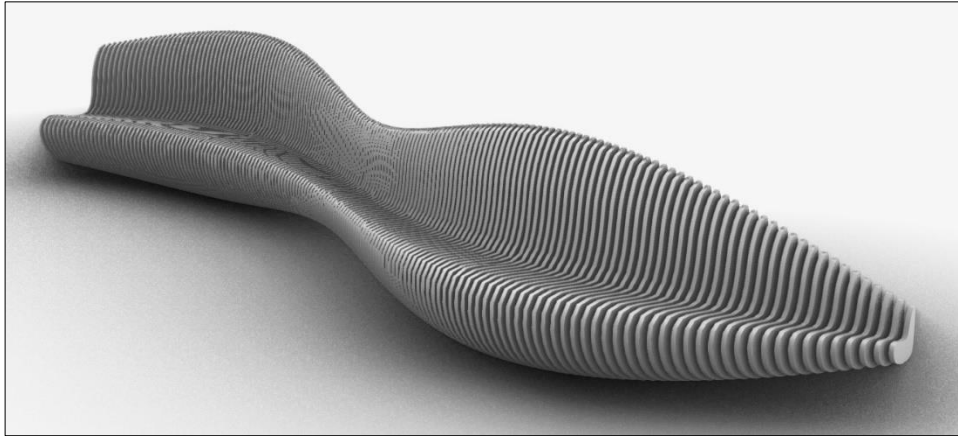


Figure : Banc 01.

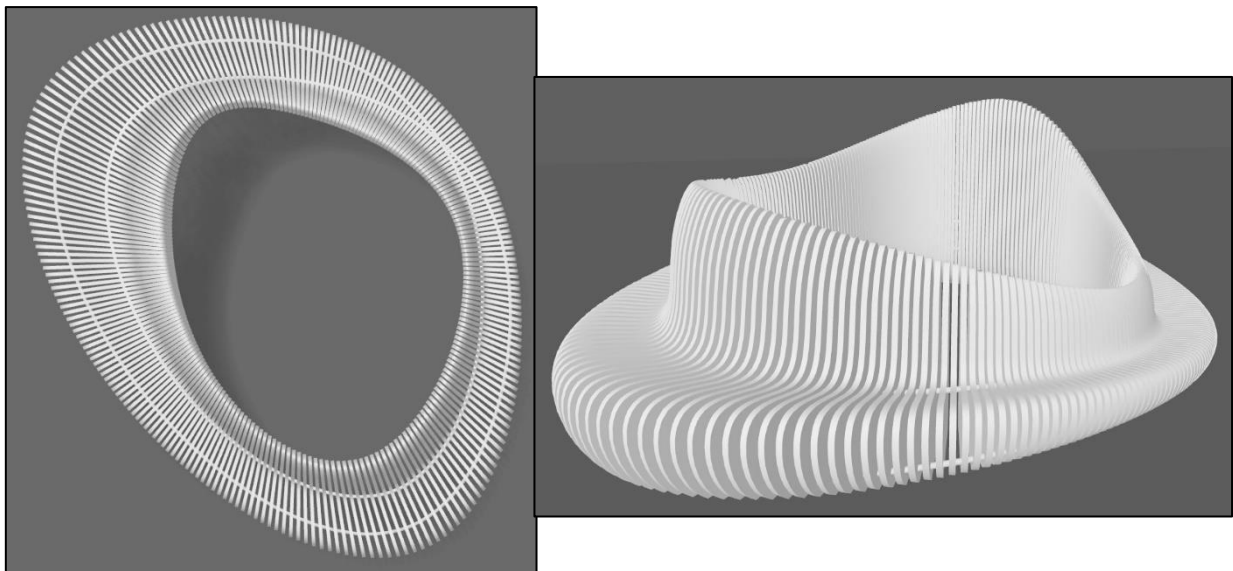


Figure : Banc 02.

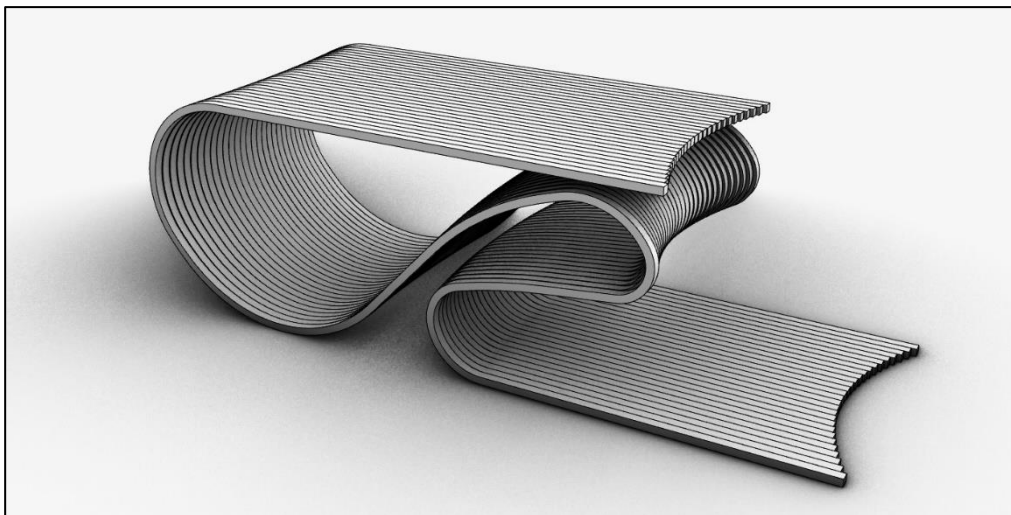


Figure : Table 01.

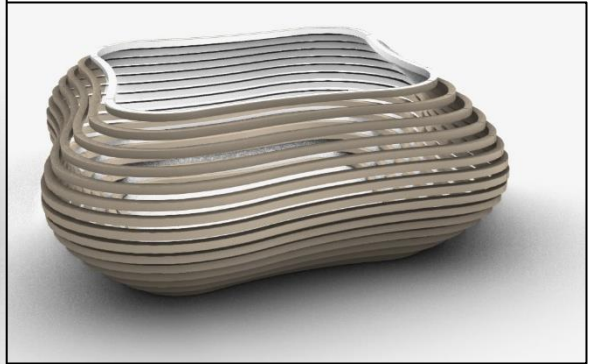
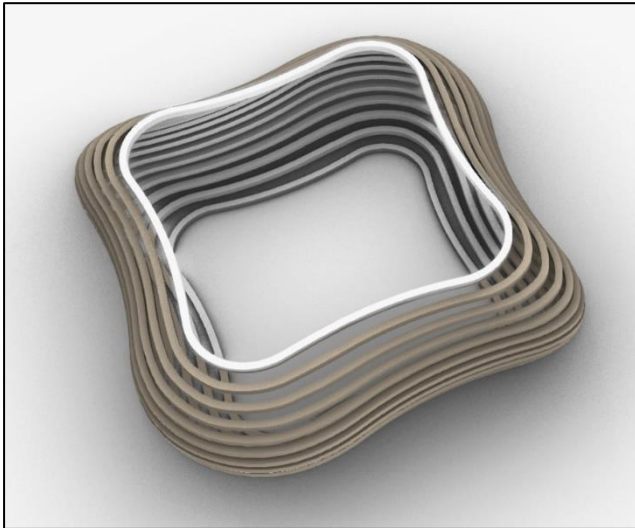


Figure : Table 02.

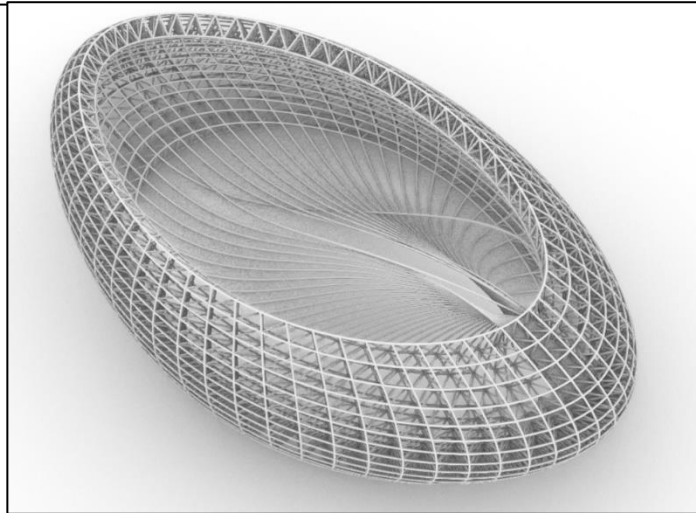


Figure 158: Table 03.

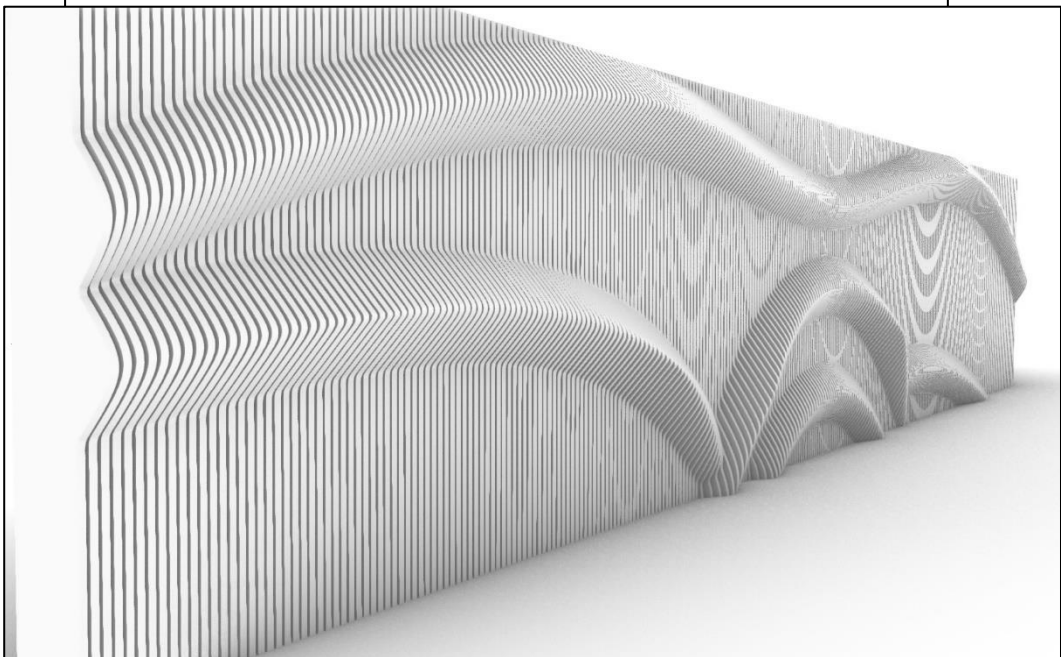


Figure : décoration du mur du hall d'accueil.

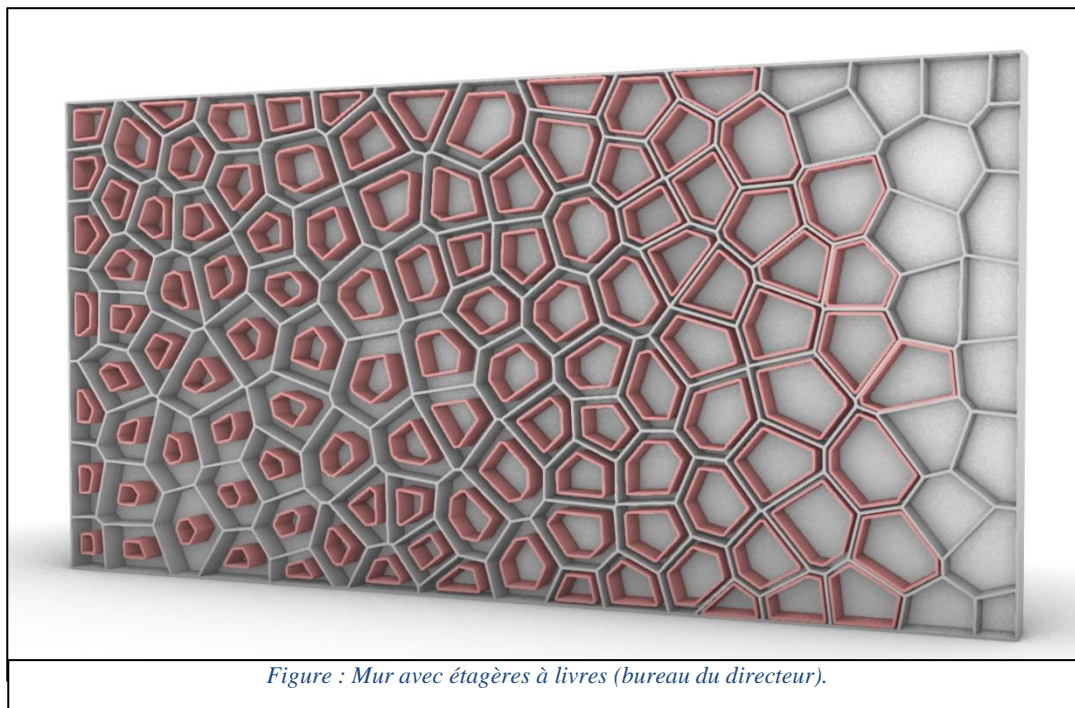


Figure : Mur avec étagères à livres (bureau du directeur).

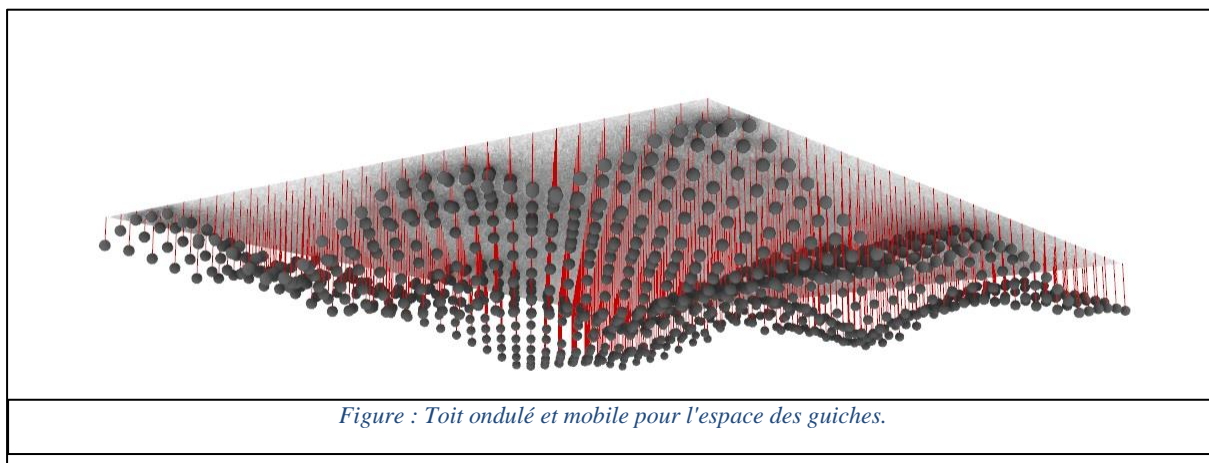


Figure : Toit ondulé et mobile pour l'espace des guichets.

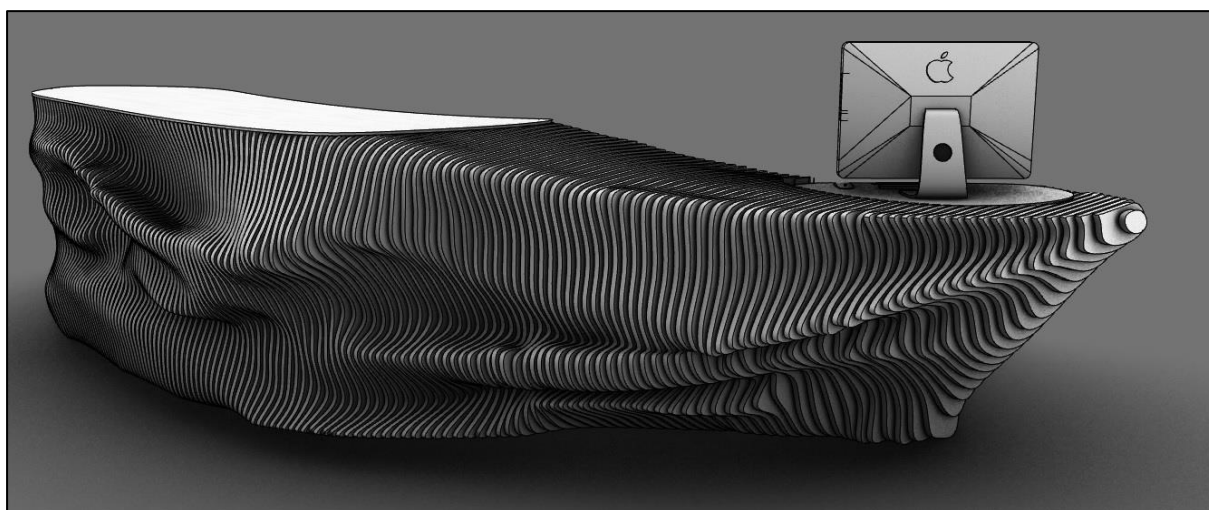


Figure : le Contoire de la réception.



Figure : l'escalier d'espace d'accueil (vue en plan).

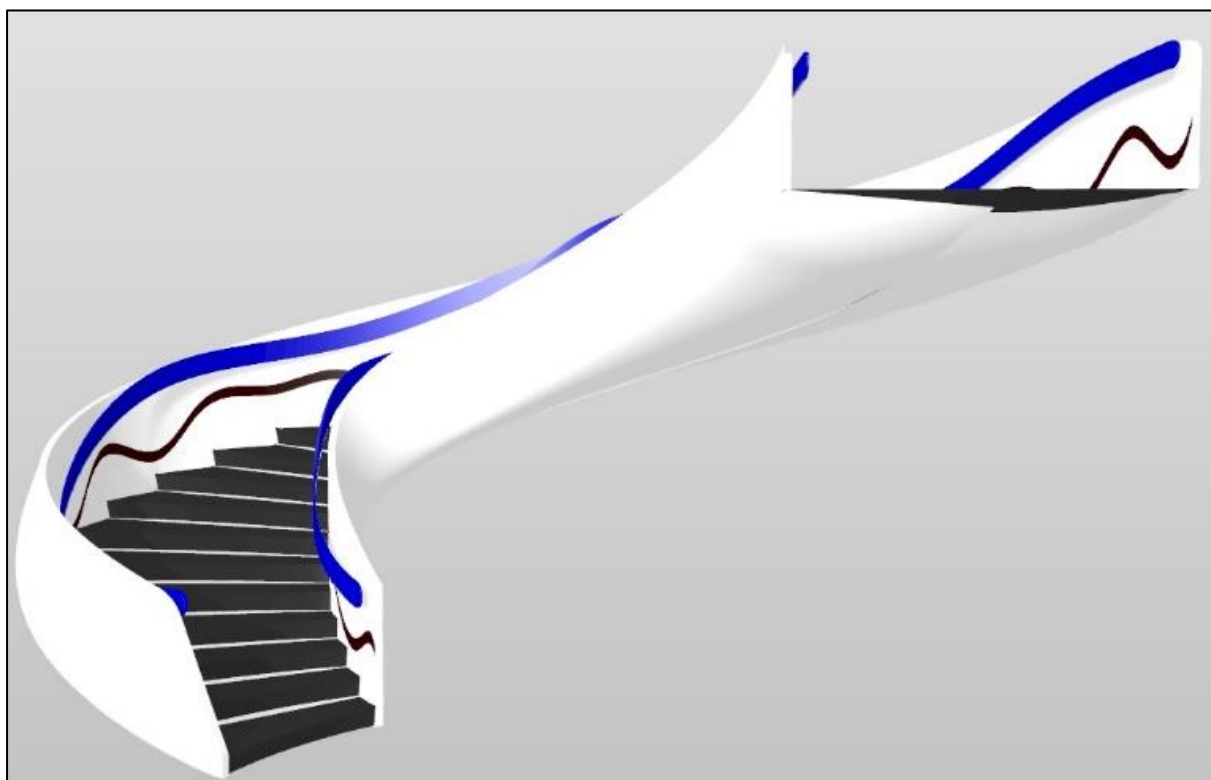


Figure : l'escalier d'espace d'accueil (vue 3d)

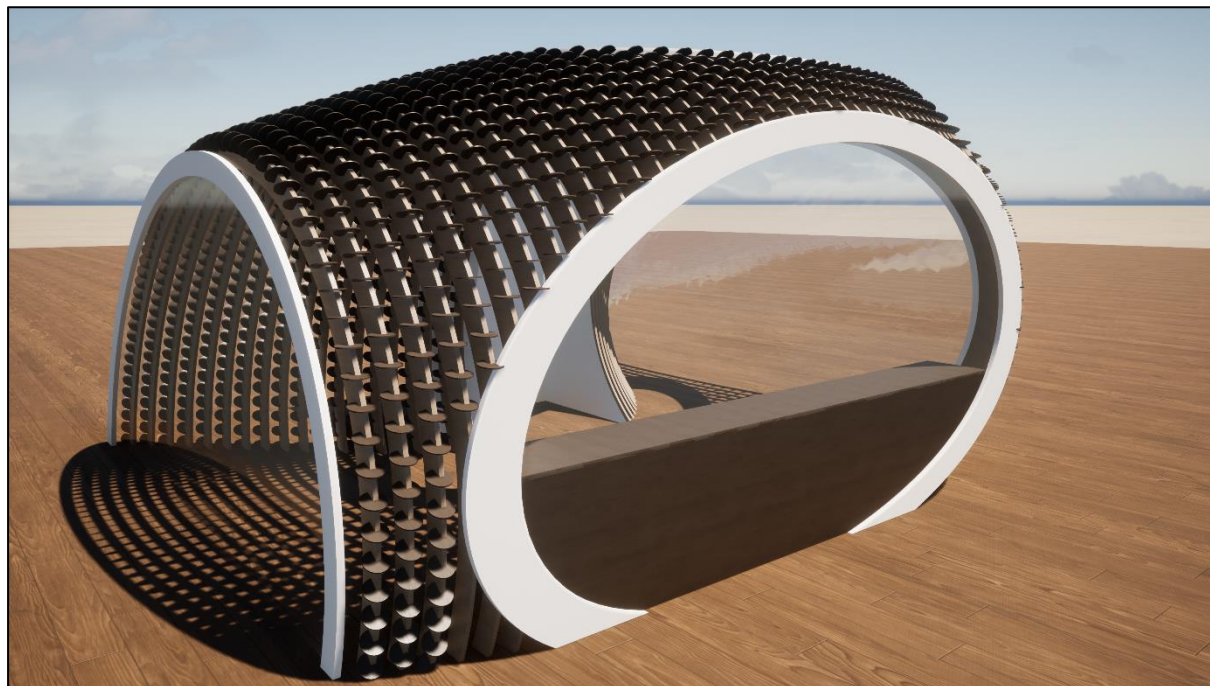


Figure: Vue 3d sur la caisse 01.

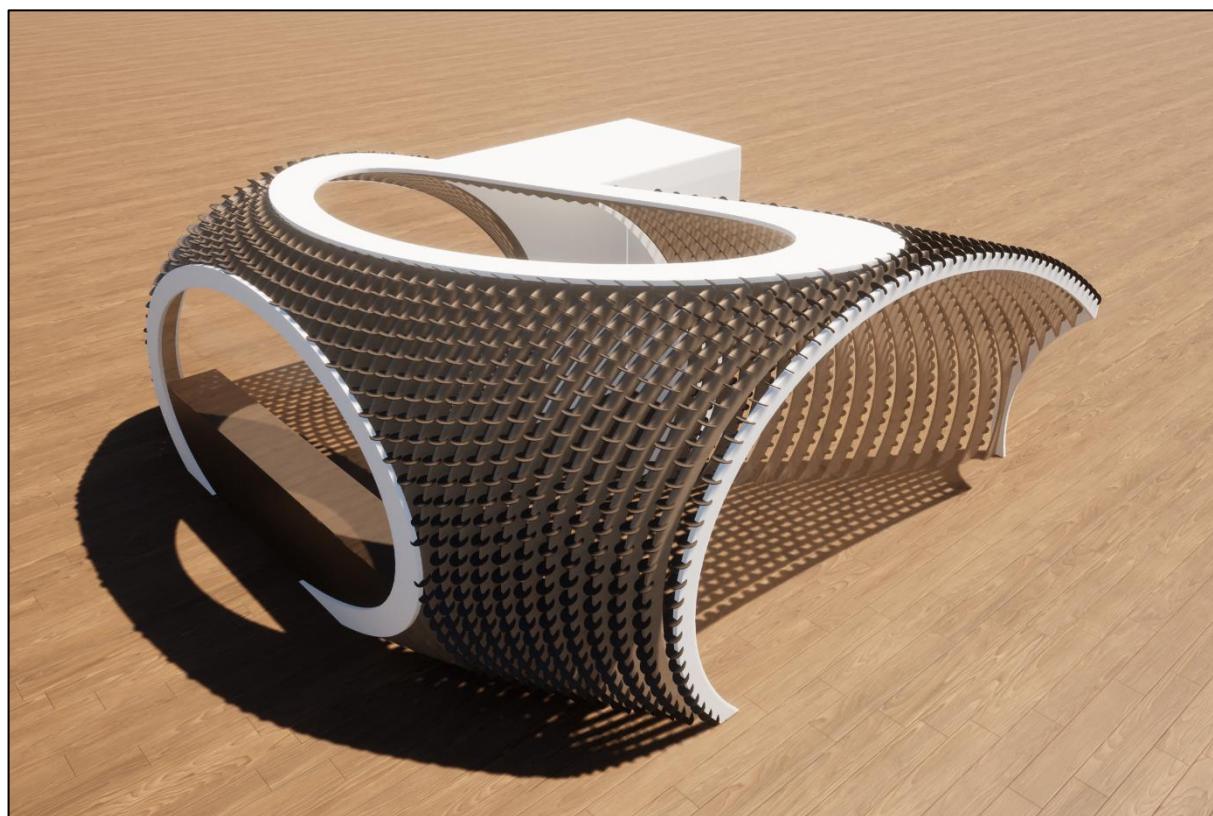


Figure: Vue 3d sur la caisse 02.

XI.5. Annexe

05 :

**Les aménagements
extérieurs.**

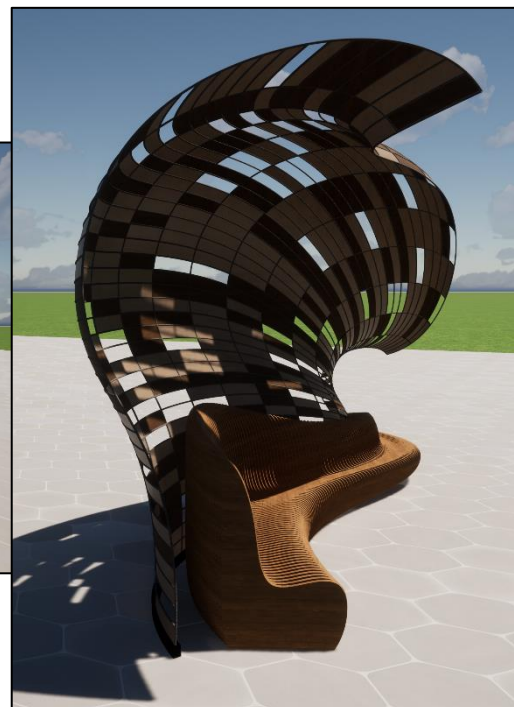
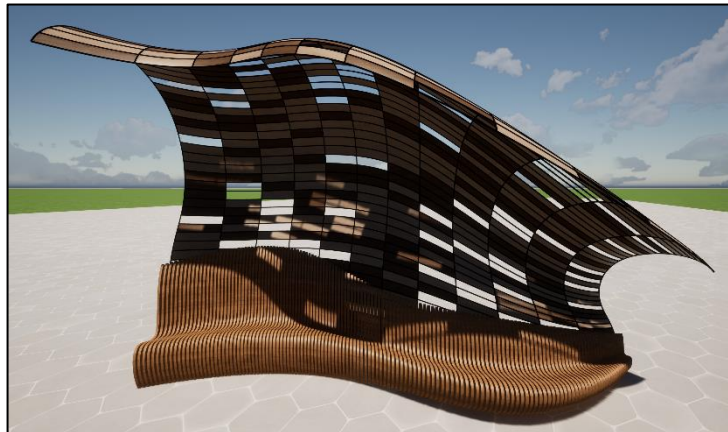


Figure : extérieur banc 01.

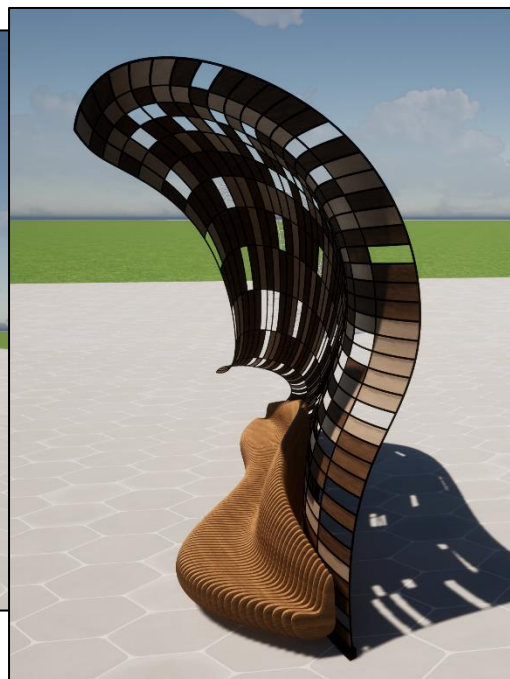
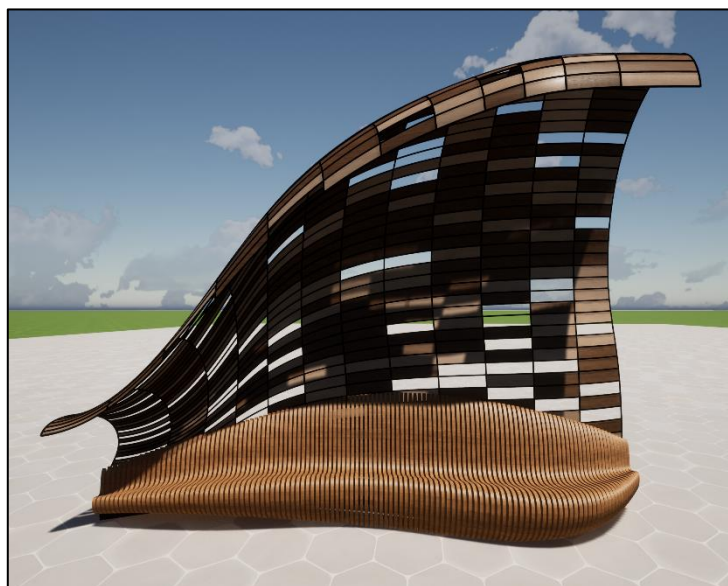


Figure : extérieur banc 02.

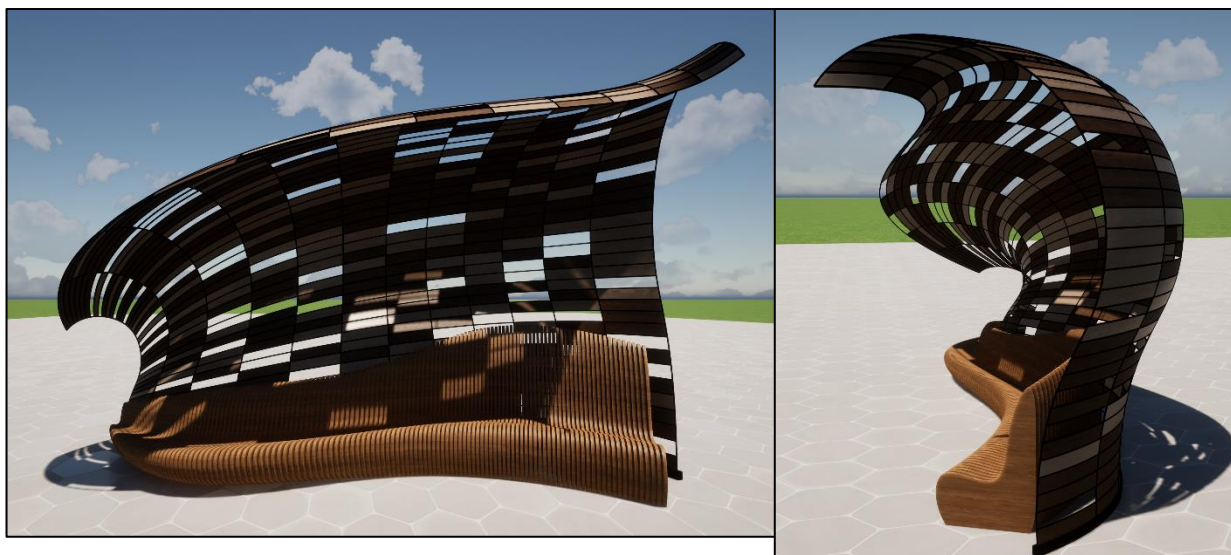


Figure : extérieur banc 03.

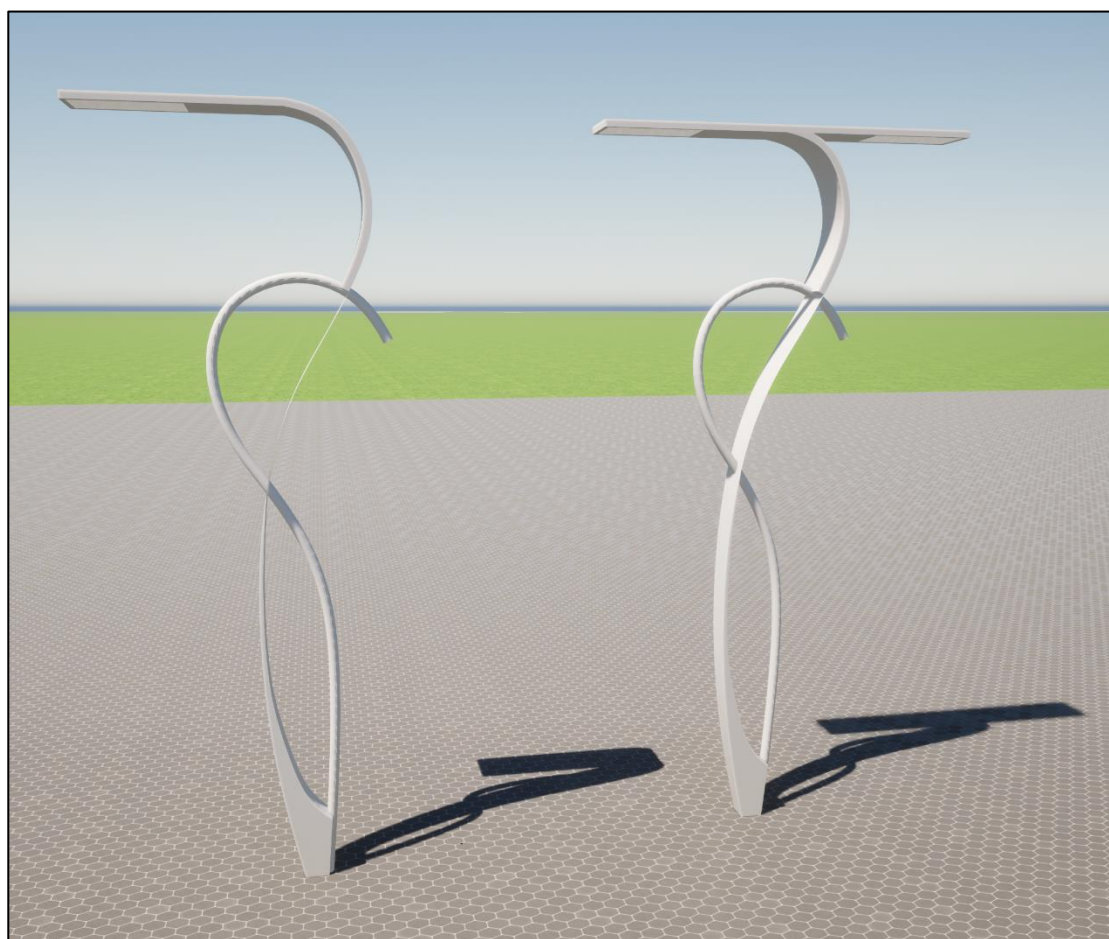


Figure : éclairage public.